

COMPARACION DE TRES FUENTES Y CINCO NIVELES DE AZUFRE EN
EL CULTIVO DE LA PAPAYA (Carica papaya L) var. sun-rise

AUTORES

PEDRO ALFONSO CASTRO CORTINA

JUAN CARLOS ROSADO CABARCAS



MEMORIA DE GRADO PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OPTAR AL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO

Director de memoria de grado
CESAR BAQUERO MESTRE I.A. M.Sc.

UNIVERSIDAD DEL MAGDALENA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AGRONOMICA
SANTA MARTA

1994

~~Tese~~
872-1A.
C355c

IA 00363

018943

LOS JURADOS EXAMINADORES DE LA MEMORIA DE GRADO NO SE
HARAN RESPONSABLES DE LOS CONCEPTOS Y JUICIOS EMITIDOS
POR LOS ASPIRANTES AL TITULO.

NOTA DE ACEPTACION _____

GABRIEL CONSUEGRA NARVAEZ I.A.
Jurado

GONZALO CALDERON RIVBERO I.A. M.Sc.
Jurado

AGRADECIMIENTOS

Los autores del presente trabajo de investigación, expresan sus sinceros agradecimientos a las siguientes personas y entidades, por la colaboración prestada, con la cual se sacó adelante dicho trabajo:

JESUS DAVID AVENDANO CALVO. Estudiante de grado de la Universidad del Magdalena.

CESAR BAQUERO MAESTRE I.A. M.Sc., Director de memoria de grado.

GONZALO CALDERON RIVERO I.A. M.Sc., Jurado del presente trabajo.

GABRIEL CONSUEGRA NARVAEZ I.A., Jurado del presente trabajo.

JOSE RAFAEL BONILLA E.A., Profesor de la Universidad del Magdalena.

JORGE GADBAN REYES I.A., Profesor de la Universidad del Magdalena.

RICARDO GUERRERO RIASCOS I.A. M.Sc.

Al personal de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA.

A todas aquellas personas y entidades que de una u otra manera colaboraron en la realización de esta investigación

LOS AUTORES

DEDICATORIA

El grado de sabiduría, sinceridad y simpatía que yo lograré conseguir, estará proporcionado al esfuerzo que dedicaré por adquirir estas cualidades. pero tengo que tener la convicción de que nací para alcanzar el éxito y no para fracazar; si tengo fé en Dios, todo lo bueno será posible.

A mi madre NOHORA CORTINA M., de quien he recibido siempre apoyo, comprensión y el deseo de verme realizado como profesional, hoy con gran satisfacción te ofrezco este título.

A mi padre ALFONSO CASTRO R., quien me inculcó el deseo de superación y me enseñó que para alcanzar la meta propuesta se necesita sacrificio, hoy con gran orgullo te ofrezco el título anelado.

A mis hermanos LESLYE, MARLUCY, ROBERTO y NORELGA,

quienes siempre han creído en mí.

A mis sobrinos y demás familiares.

A los profesores, amigos y compañeros.

!Gracias por todo!

PEDRO ALFONSO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, ante todo a Dios, por darme la fé y la fuerza para llegar y culminar con éxito lo que un día fueron solo proyectos.

A mi madre OLGA JOSEFINA CABARCAS, quien con su trabajo y sacrificio fue mi mayor estímulo y mi mejor apoyo para lograr este triunfo.

A mi padre JUAN ROSADO SALAZAR, de quien aprendí el verdadero significado de lo que representa la honestidad, la sinceridad y la bondad.

A mis hermanas OLGA, MARY, LAURA y ANGELICA, ya que con su amor, su comprensión y su alegría, me ayudaron a superar los momentos más difíciles.

A mis cuñados WILL y EDUARDO, por brindarme su amistad y confianza.

A mis sobrinos JUAN MANUEL, DANIEL EDUARDO Y DAVID, por su ternura, inocencia y cariño.

A mis amigos, porque compartieron conmigo los afanes, los desvelos y las satisfacciones de nuestra carrera.

A todos ellos,

!Gracias!

JUAN CARLOS

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	
1. INTRODUCCION	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1. FORMAS DE ZUFRE EN EL SUELO	3
2.2. ADSORCION DE SULFATOS POR EL SUELO	5
2.3. ABSORCION DE AZUFRE POR LA PLANTA	7
2.4. TRANSFORMACION MICROBIAL DEL AZUFRE EN EL SUELO	9
2.5. AZUFRE EN SUELOS DE LA ZONA CALIDA	10
2.6. DEFICIENCIAS DE AZUFRE EN SUELOS DEL TROPICO	11
2.7. ESTADOS Y FUENTES DE AZUFRE	11
2.8. TECNICAS DE DIAGNOSTICO PARA DETERMINAR DEFICIENCIAS DE AZUFRE EN EL SUELO Y COSECHAS	13
2.8.1. Análisis de suelos	14
2.8.2. Análisis foliares	14
2.9. RESPUESTA DE ALGUNOS CULTIVOS A LA APLICACION AZUFRE	15
2.10. FUNCIONES DEL AZUFRE	16

	pág.
2.11. ASPECTOS BASICOS DE LA NUTRICION	16
2.12. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES	17
2.13. RESPUESTA DE LOS CULTIVOS A LA FERTILIZACION CON SULFATO DE AMONIO	17
2.14. FERTILIZANTES CON AZUFRE HECHOS EN COLOMBIA	18
2.15. INVESTIGACIONES SOBRE AZUFRE EN COLOMBIA	21
3. MATERIALES Y METODOS	23
3.1. DESCRIPCION DEL AREA	23
3.1.1. Ubicación geográfica	23
3.1.2. Aspectos climáticos	23
3.1.3. Suelos	24
3.2. DESARROLLO DEL ENSAYO	26
3.2.1. Diseño experimental	26
3.2.2. Fuentes y dosis	26
3.2.3. Material vegetal usado	26
3.3. PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACION DEL CULTIVO	26
3.3.1. Preparación del suelo	28
3.3.2. Riego	29
3.3.3. Manejo de plagas y enfermedades	29
3.3.4. Control de malezas	29
3.3.5. Fertilización	30
3.3.6. Análisis foliar	30
3.3.7. Cosecha	31
3.4. PARAMETROS EVALUADOS	32

	pág.
3.4.1. Rendimiento en kg/ha	32
3.4.2. Diámetro transversal	32
3.4.3. Diámetro longitudinal	32
3.4.4. Cavidad seminal	32
3.4.5. Grosor de pulpa	32
3.4.6. Contenido de sólidos solubles	32
3.4.7. Altura del primer fruto	33
3.4.8. Número de fruto por tratamiento	33
3.4.9. Grosor del tallo	33
3.5. METODOS ESTADISTICOS	33
4. RESULTADOS Y DISCUSION	34
4.1. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE EL RENDIMIENTO	34
4.2. DIAMETRO LONGITUDINAL	40
4.3. DIAMETRO TRANSVERSAL	43
4.4. GROSOR DE LA PULPA	46
4.5. CAVIDAD SEMINAL	50
4.6. SOLIDOS SOLUBLES	54
4.7. NUMERO DE FRUTOS	58
4.8. GROSOR DEL TALLO	61
4.9. ALTURA DEL PRIMER FRUTO	63
4.10. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LAS CONCENTRACIONES DEL (S) EN EL TEJIDO FOLIAR	63
5. CONCLUSIONES	72

	pág.
BIBLIOGRAFIA	74
ANEXOS	77

LISTA DE TABLAS

TABLA 1.	Fuentes y dosis en kg/ha usados en la investigación de fertilización edáfica (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia, 1994.	25
TABLA 2.	Características químicas de un entisol del CI Caribia.	27
TABLA 3.	Rendimiento en kg/ha, para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia, 1994.	35
TABLA 4.	Diámetro longitudinal, para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia, 1994.	41
TABLA 5.	Diámetro transversal, para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia, 1994.	45
TABLA 6.	Grosor de pulpa, para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia, 1994.	49
TABLA 7.	Cavidad seminal, para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia, 1994.	53

TABLA 8.	Sólidos solubles (Grados Brix), para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia, 1994.	55
TABLA 9.	Número de frutos por tratamiento, para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia, 1994.	60
TABLA 10.	Grosor del tallo a 30 cm del suelo, para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia, 1994.	64
TABLA 11.	Altura del primer fruto, para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia, 1994.	65
TABLA 12.	Análisis foliares, para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia, 1994.	66

LISTA DE FIGURAS

	pág.
FIGURA 1. Efecto de dosis y fuentes de (S) sobre el rendimiento del cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en suelos del CI Caribia.	37
FIGURA 2. Correlación simple realizada entre los parámetros rendimiento y diámetro longitudinal en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en la fuente sulfato de amonio.	44
FIGURA 3. Correlación simple realizada entre los parámetros rendimiento y diámetro transversal en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise en la fuente de yeso.	47
FIGURA 4. Correlación simple realizada entre los parámetros rendimiento y diámetro transversal en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise en las fuentes sulfato de amonio, yeso y azufre elemental.	48
FIGURA 5. Correlación simple realizada entre los parámetros rendimiento y grosor de pulpa en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise en la fuente sulfato de amonio.	51
FIGURA 6. Regresión lineal realizada entre los parámetros rendimiento y grosor de pulpa	

	pág.
en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise en la fuente sulfato de amonio.	52
FIGURA 7. Efecto de dosis y fuentes de azufre sobre los sólidos solubles en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en suelos del CI Caribia.	56
FIGURA 8. Correlación simple realizada entre los parámetros rendimiento y número de frutos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise en las fuentes sulfato de amonio, yeso y azufre elemental.	62
FIGURA 9. Concentración promedio de las fuentes en ppm de azufre foliar, en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise en suelos del CI Caribia.	69
FIGURA 10. Concentración promedio de los tratamientos sulfato de amonio y yeso en ppm de azufre foliar, en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise en suelos del CI Caribia.	70

LISTA DE ANEXOS

pág.

ANEXO A.	Análisis de varianza para rendimiento en kg/ha para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	77
ANEXO B.	Promedios del rendimiento en kg/ha para cada una de las fuentes de azufre en la fertilización edáfica en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	78
ANEXO C.	Promedios del rendimiento en kg/ha para cada uno de los tratamientos de la fuente sulfato de amonio en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	79
ANEXO D.	Promedios del rendimiento en kg/ha para cada uno de los tratamientos en la fuente yeso en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	80
ANEXO E.	Análisis de varianza para el diámetro longitudinal en cm para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	81

ANEXO F.	Promedios del diámetro longitudinal en cm para cada uno de los tratamientos en la fuente sulfato de amonio en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	82
ANEXO G.	Análisis de varianza para diámetro transversal en cm para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	83
ANEXO H.	Promedios del diámetro transversal en cm para cada uno de los tratamientos en la fuente azufre elemental en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	84
ANEXO I.	Análisis de varianza para grosor de pulpa para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	85
ANEXO J.	Análisis de varianza para cavidad seminal para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	86
ANEXO K.	Promedios de la cavidad seminal en cm para cada una de las fuentes de azufre en la fertilización edáfica en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	87
ANEXO L.	Análisis de varianza para sólidos solubles (grados brix) para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya	

	(<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	88
ANEXO M.	Promedios de los sólidos solubles (grados brix) para cada una de las fuentes de azufre en la fertilización edáfica en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	89
ANEXO N.	Promedios de los sólidos solubles (grados brix) para cada uno de los tratamientos en la fuente sulfato de amonio en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	90
ANEXO Ñ.	Análisis de varianza para número de frutos por tratamiento para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	91
ANEXO O.	Promedios del número de frutos por tratamiento para cada una de las fuentes de azufre en la fertilización edáfica en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	92
ANEXO P.	Promedios del número de frutos por tratamiento para cada uno de los tratamientos en la fuente yeso en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	93
ANEXO Q.	Análisis de varianza para altura del primer fruto para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (<u>Carica papaya</u> L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia	94
ANEXO R.	Análisis de varianza para los análisis foliares para cada una de las fuentes y	

pág.

sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (Carica papaya L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia 95

ANEXO S. Promedios de los análisis foliares en ppm para cada una de las fuentes de azufre en la fertilización edáfica en el cultivo de la papaya (Carica papaya L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia 96

RESUMEN

En el Centro Regional de Investigación CARIBIA del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), ubicado en el corregimiento de Sevilla, municipio de Ciénaga (Magdalena), se llevó un ensayo en el cultivo de papaya (Carica papaya L.) var sun-rise en el cual se compararon tres fuentes y cinco niveles de azufre, usando como fuentes sulfato de amonio, yeso y azufre elemental en dosis de 0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha, durante los meses de abril de 1993 hasta septiembre de 1994.

Los objetivos de esta investigación fueron:

Objetivo general

- Determinar las respuestas del cultivo de papaya (Carica papaya L.) var sun-rise a diferentes fuentes de azufre (S).

Objetivos específicos

- Medir el efecto del azufre (S) en el rendimiento de la

papaya.

- Conocer el efecto del azufre en la calidad de la papaya.
- Determinar el efecto del azufre en la absorción de algunos nutrientes por la planta de papaya.

El diseño empleado fue el de parcelas divididas en bloques distribuidos al azar, con cinco tratamientos y tres replicaciones; correspondiéndoles a las parcelas grandes las fuentes y a las subparcelas las dosis.

Los parámetros evaluados fueron: rendimiento en kg/ha, grosor de pulpa, diámetro longitudinal, diámetro transversal, cavidad seminal, sólidos solubles (grados brix), altura del primer fruto, número de frutos por tratamiento y grosor de tallo a 30 cm de altura desde el suelo, a los cuales se les realizó el ANAVA, correspondiente con sus pruebas de comparación múltiples.

Los resultados obtenidos al analizar los parámetros establecidos en este trabajo, indicaron que el mejor comportamiento se obtuvo con la fuente sulfato de amonio al registrar el mayor rendimiento el tratamiento (T4), con un promedio de 16.233,3 kg/ha. Para los parámetros de

calidad el (T3) registró el mejor tratamiento con un promedio con 16 grados brix, mientras que para la fuente yeso el (T5) dió el mayor rendimiento con un promedio de 12.479 kg/ha. Por último el menor rendimiento del ensayo lo presentó la fuente azufre elemental con el tratamiento (T2) con un promedio de 5.878,77 kg/ha, registrando esta fuente el más bajo comportamiento.

El análisis foliar mostró que la fuente mejor asimilada por el cultivo fue yeso, presentándose la mayor absorción en el tratamiento (T5) con un promedio de 3.158 ppm; pero en términos generales la mejor respuesta a la fertilización se obtuvo con la fuente sulfato de amonio en dosis de 90 kg/ha de azufre.

1. INTRODUCCION

La fertilización es una práctica de cultivo necesaria tanto para el crecimiento y desarrollo del cultivo, como para la obtención de altos rendimientos, y ha sido usada a través de las décadas; empleándose así fertilizaciones orgánicas e inorgánicas.

Dentro de esta práctica de fertilización el azufre (S) es un elemento que representa para los frutales un nutriente esencial para su desarrollo y la calidad de la fruta, pero siendo un elemento tan importante no se le ha dado el valor que se merece.

El cultivo de la papaya, es hoy, una explotación de gran valor económico para Colombia y otros países por las perspectivas de exportación; debido a lo apetecida que es esta fruta tropical en otras latitudes. Evidentemente que esta importancia genera preocupación en mejorar los sistemas de producción, necesitándose en este sentido, proveer a la planta con buena cantidad de nutrientes.

Las deficiencias de este elemento se acentúan mas cuando se realiza una agricultura extensiva en regiones cálidas con bajo contenido de materia orgánica, suelos arenosos y sabanas expuestas a quemas periódicas; tales características las presentan algunos suelos de la Costa Atlántica.

La Zona Bananera constituye una extensa región agrícola del departamento del Magdalena en los cuales incluye aproximadamente 50.000 ha. Es además una de las zonas con mayor oferta tecnológica en el área de cultivo de banano, palma de aceite, frutales, etc.; sin embargo en estos suelos se ha detectado deficiencias de azufre y de manera muy especial en el C.I. Caribia, en donde se ha encontrado una marcada deficiencia de este nutriente.

Con respecto a la fertilización edáfica con azufre se evaluaron tres fuentes de azufre, sulfato de amonio $[(NH_4)_2SO_4]$, yeso $(CaSO_4+2H_2O)$, y azufre elemental (S), para determinar con cual de ellas se obtienen los mejores resultados tanto en los rendimientos, como para la calidad de la fruta, al igual que la mejor dosis con que se mida este efecto.

2. ANTECEDENTES

2.1. FORMAS DE AZUFRE EN EL SUELO

El azufre en el suelo se encuentra en forma orgánica e inorgánica, la proporción relativa de cada una de ellas depende del clima y de las propiedades de los suelos.

El azufre orgánico provienen de los residuos animales o vegetales caídos al suelo; estas formas orgánicas no son directamente disponibles para la planta, pero por procesos de mineralización pueden pasar al suelo; por lo tanto constituyen una reserva de azufre.

Las formas de azufre en el suelo son principalmente los sulfatos ($\text{SO}_4=$) y los sulfuros ($\text{S}=-$), el predominio de estas formas, depende del potencial de oxidación-reducción, según se aprecia en las siguientes ecuaciones (18):



Los sulfuros en condiciones de buen drenaje se pueden encontrar combinados en cationes de Mg, Ca, K, Na, ó amonio en la solución del suelo, o adsorbidos por arcillas de relación 1:1, mientras que los sulfuros en condiciones de mal drenaje se pueden encontrar en forma de azufre elemental (18).

En el suelo, el azufre pasa por una serie de transformaciones de naturaleza química y biológica, que aseguran de una parte, la provisión del elemento a las plantas en la forma más asimilable y por otra, reducen las pérdidas por lixiviación y arrastre de las lluvias. Estas transformaciones incluyen procesos de oxidación, reducción, síntesis y descomposición de las proteínas que contienen azufre (29).

Birch (6), anota que la cantidad de azufre total en los suelos colombianos no pasa por lo general de 1.500 ppm. El azufre orgánico representa de 90 a 95% del azufre total y la fracción inorgánica corresponde a la forma de sulfatos adsorbidos y alrededor de 1 a 2% de azufre total son formas inorgánicas en estado de oxidación menos que sulfato.

Según Thompson (24), la cantidad de azufre presente en la

superficie del suelo de la zona subhúmeda, semiárida y árida es similar al de la zona húmeda, ya que la cantidad de azufre se encuentra en relación con la proporción de la materia orgánica.

Los sulfatos en un clima subhúmedo o seco se acumulan en la parte inferior del horizonte B, con lo que el contenido de azufre de un suelo de la zona subhúmeda es mayor que el de un suelo de una zona húmeda (8).

Freney (9), en un reporte preliminar, sugirió que la Cistina y la Metionina, orgánicamente estaban ligadas formando una fracción considerable del azufre total en un número de suelos basálticos, Williams y Steimberg (1959) sustentaron esta investigación; sin embargo, muchas de las evidencias presentadas en estas dos partes se derivan del hidróxido de sodio extraído del suelo.

2.2. ADSORCION DEL SULFATO POR LOS SUELOS

Ensminger (8), dice que la capacidad del suelo para adsorber sulfato es afectada por ciertos tratamientos al suelo, aumentando de superfosfato aplicado a un suelo franco-arcilloso-arenoso resulta en una disminución de sulfato soluble.

Howard y Reisanaver (14), indican que las investigaciones relacionada con adsorción de sulfatos, puede resumirse como sigue:

A.- La mayoría de los suelos tienen alguna capacidad de retener sulfatos y la mayor cantidad de este ión en el horizonte superficial generalmente, es menor que en el subsuelo.

B.- Las arcillas caoliníticas retienen más sulfato, que el grupo de las montmorillonitas.

C.- Los óxidos de aluminio y hierro muestran una marcada tendencia a retener sulfatos.

D.- Hay una fuerte dependencia entre la retención de sulfato y el equilibrio del pH, la retención aumenta cuando disminuye el pH.

E.- El sulfato adsorbido está en equilibrio cinético, con el sulfato en solución.

F.- Hay una marcada diferencia en la retención de varios aniones con la retención de sulfato. En suelos ácidos la retención de sulfato tiene que ver especialmente con la

química del hierro y aluminio.

El efecto del azufre en la planta está directamente relacionada con la presencia y concentración de otros elementos nutritivos en el suelo, por lo tanto hay posibilidades de sinergismo y antagonismo (22).

2.3. ABSORCION DEL AZUFRE POR LAS PLANTAS

Las plantas absorben el azufre como ión sulfato, el cual es en parte reducido para llegar a ser un componente de los aminoácidos, cistina, y metionina. El azufre también sirve como regulador para acelerar el desarrollo de las raíces, la absorción de sulfato en las raíces exige la activación de 24 átomos de oxígeno (5).

Baxter (4), anota que el azufre es importante en la formación de la clorofila, aunque no llega a ser parte del pigmento y que las plantas que crecen deficientes en azufre, tienen un color verde claro, el cual puede corregirse aplicando azufre. Este elemento en forma de sal, aporta y retiene hierro y manganeso en solución.

Thompson (24), indica que las plantas pueden absorber directamente el azufre del suelo principalmente en forma

de sulfato, o pueden absorber SO_2 del aire. El contenido de CO_2 del aire es del orden de 315 p.p.m., y el SO_2 es tan solo de 0,05 p.p.m. existiendo una relación de 2.400 a 1, mientras que en la alfalfa es de 150 a 1. Basándose en esta relación, afirma que la alfalfa absorbe el 6% del azufre necesario a partir del aire. El azufre parece tener intervención en la reducción de nitratos.

Las plantas que son deficientes en azufre, tienden a acumular nitrógeno en forma de nitratos, lo que puede ser debido a la falta de aminoácidos con azufre, que son los esenciales en la síntesis de proteínas (20).

Ciertas plantas especialmente las leguminosas y miembros de las familias de la cebolla y del col contienen porcentajes especialmente elevados del azufre y desarrollan mejor en los suelos que tienen buena cantidad de este nutrimento (6).

Thomas y colaboradores (23), analizaron casi 1.000 muestras de hojas y encontraron una gran variación en el porcentaje de azufre total, además comprobaron la presencia de un tanto por ciento reducido (0,2 - 0,4 %) de azufre orgánico en las hojas.

2.4. TRANSFORMACION MICROBIAL DEL AZUFRE DEL SUELO

Los microorganismos son capaces de metabolizar el azufre elemental y sus distintos compuestos tanto orgánicos como inorgánicos. Según Alexander (1), los distintos procesos bioquímicos pueden agruparse en:

- a- Mineralización de compuestos azufrados.
- b- Inmovilización de los compuestos simples.
- c- Oxidación de compuestos inorgánicos.
- d- Reducción de sulfatos a sulfuros.

Las bacterias que oxidan compuestos inorgánicos de azufre son generalmente quimioautótrofos obligados o facultativos, cuyo género más importante, de acuerdo a Alexander (1) es Thiobacillus, con la especie I thiooxidans, la cual oxida el azufre elemental; I novellus no puede usar azufre elemental, pero sí oxida compuestos inorgánicos, lo mismo que sales inorgánicas de azufre ; I thioparus y I denitrificans. Según (1), estas bacterias tienen una amplia gama de adaptación y aparentemente se adaptan a varios pH que se encuentra en el suelo. Las bacterias que intervienen directamente con la reducción del sulfato, según Alexander (1), son del género Desulfovibrio. Los cambios bioquímicos de óxido -

reducción pueden ilustrarse según Pelczar y Reid (19) en las siguientes reacciones:

1- Reacción de oxidación por I thioxidans.



2- Reacción de reducción por bacterias del género Desulfovibrio.



La mayor parte del S-SO₄ mineralizado a partir de los compuestos orgánicos provienen de los aminoácidos, cistina, cisteína, metionina.

2.5. AZUFRE EN SUELOS DE LA ZONA CALIDA

El azufre del suelo de la zona cálida proviene según (Guerrero, R.) citado por Guerrero, M. (13) en su gran mayoría del S orgánico y en menor proporción de la fracción mineral y es tomado en forma de sulfato por las raíces.

Estudios provenientes de siete departamentos de la Costa Atlántica concluyeron que en términos generales hay predominancia de un alto contenido de azufre disponible, con un rango de 1,10 a 700 ppm y un promedio de 36 ppm,

salvo en muestras de Bolívar y Sucre donde predominaron valores de 5 ppm los cuales se consideran muy bajos (13).

2.6. DEFICIENCIAS DE AZUFRE EN LOS SUELOS DEL TROPICO

Las principales causas de las deficiencias de azufre en los suelos tropicales se pueden agrupar en tres categorías: bajo contenido de azufre en el suelo, baja disponibilidad del azufre contenido en la materia orgánica y deficiencias generadas por prácticas agrícolas (18).

Este bajo contenido de azufre según Monómeros Colombo-Venezolanos (18), se debe a que el material parental es pobre en dicho elemento, además la acción del intemperismo y las pérdidas por lixiviación contribuyen notablemente a agudizar el problema.

2.7. ESTADOS Y FUENTES DE AZUFRE

Gran parte del azufre en los suelos de las regiones áridas y semiáridas pueden hallarse en forma de sulfatos solubles como sales de calcio, magnesio, de potasio o de sodio. Se han encontrado cifras de potasio hasta de 10.000 p.p.m. en algunos de estos suelos (5).

Según Bear (5), la vegetación descompuesta que forma las turbas de los pantanos contiene cantidades relativamente pequeñas de azufre que van desde 0,05 - 0,25%. La cantidad de los suelos cultivados de caña, pastos y determinada vegetación de bosques es bastante más alta calculándose de 0,2 - 1,5 por cien. El contenido más alto de azufre en cualquier grupo de los suelos orgánicos se ha encontrado en las turbas sedimentarias donde se han determinado valores de hasta 4%. Parte del azufre de esos suelos se encuentran presente en forma mineral.

Según Baquero (2), en muestras tomadas en suelos pertenecientes a las cinco series que predominan en el C.I. Caribia encontró para el azufre valores menores de 5 ppm, manifestando de esta forma una marcada deficiencia de este elemento en los suelos.

Teniendo en cuenta las afirmaciones de Garavito (10), las fuentes de azufre en el suelo son los sulfuros entre los que se pueden citar la pirita (FeS_2), la calcopirita (CuFeS_2), la galena (PbS) y la blenda (ZnS); emanaciones volcánicas de azufre elemental; el anhídrido sulfuroso (SO_2) ácido sulfídrico y algunos sulfatos como el yeso ($\text{CaSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$) y otros derivados de ácido sulfúrico.

2.8. TECNICAS DE DIAGNOSTICO PARA DETERMINAR DEFICIENCIAS DE AZUFRE EN LOS SUELOS Y COSECHAS.

En el pasado el azufre recibió poca atención porque era suplido en fertilizantes, insecticidas, fungicidas y estiercol, ahora en los últimos años se observa que las deficiencias de azufre tienden a aumentar, con la tendencia hacia caras fertilizaciones y con el uso de menos azufre en insecticidas y fungicidas, la poca adición de azufre a los suelos ha ido decreciendo. Esta evolución, a lo largo de la realidad de que muchos suelos son bajos en azufre, pone de relieve que es necesario un programa de fertilización con este nutrimento.

Desde entonces para tomar medidas correctivas, es importante conocer el estado del azufre mucho antes de que las cosechas maduren. Los investigadores de nutrición de plantas en varias partes del mundo han realizado en años recientes enormes esfuerzos para obtener métodos que sirvan para diagnosticar deficiencias de azufre (9).

Los análisis de plantas y suelo son aparentemente usados para el diagnóstico de deficiencias de azufre y posiblemente son complementarios, sin embargo los análisis de plantas no revelan deficiencia de ellos.

También es tardío para una aplicación correctiva que influye en el rendimiento, si se hace una prueba satisfactoria de suelos, se conoce con anticipación los requerimientos de fertilizante para una cosecha normal (6).

La capacidad de un suelo para suministrar azufre en cantidades adecuadas para la planta depende en gran parte de la cantidad de sulfato soluble presente, la intensidad de la absorción de sulfato y la tasa de mineralización del azufre orgánico (18).

2.8.1. Análisis de suelo. Según Tisdale y Nelson (25), la determinación de las necesidades de azufre mediante el análisis de suelo se dificultan debido a las diferentes formas como se encuentra dicho elemento en el suelo.

2.8.2. Análisis de tejido vegetal. De acuerdo con Monómeros Colombo-Venezolanos (18), este análisis tiene la premisa de que la cantidad de este elemento esta relacionado con la cantidad presente en el suelo.

Wrigley y colaboradores en (18), demostraron que el contenido de nitrógeno y azufre en el grano de trigo puede ser utilizado para diagnosticar deficiencias de

puede ser utilizado para diagnosticar deficiencias de azufre y propusieron el nivel de 0,12% de azufre en el grano de trigo y relación N:S de 17:1; si el porcentaje de azufre es inferior al señalado y la relación N:S mas amplia habrá deficiencia de azufre.

2.9. RESPUESTA DE ALGUNOS CULTIVOS A LA APLICACION DEL AZUFRE

La zona de Basines de la Amazonía Brasileira es una región de gran importancia para la producción de arroz en inundación; sin embargo, la deficiencia de azufre es allí un factor limitante de la producción (28).

De acuerdo con Wang (28), la producción de arroz disminuyó desde 5,63 toneladas/hectárea en las primeras cosechas hasta 1,32 ton/ha, después de tres cosechas debido a la deficiencia de azufre. Al examinar algunas variables se encontró que el descenso de la producción de arroz se debía a una marcada disminución de la formación de panículas y a un menor número de granos por panícula.

Según Tisdale y Platou (26), en los tejidos de algunas plantas forrajeras se puede acumular cantidades de

nitratos que son tóxicos para los animales que consumen tales forrajes. Según estos autores en algunas investigaciones se ha encontrado que aplicaciones de azufre al suelo, además de incrementar la producción de forraje, disminuye la concentración de nitrógeno no protéico y nitratos presentes en el tejido vegetal.

2.10. FUNCIONES DEL AZUFRE

El azufre es el cuarto elemento esencial en el desarrollo vegetal, es requerido para el crecimiento de las plantas en cantidades similares al fósforo y magnesio, algunos cultivos tropicales tales como el café, caña de azúcar, algodón, etc., requieren más azufre que fósforo (17).

En la planta el azufre es constituyente de proteínas y varias vitaminas como la tiamina y biotina, y es componente importante de numerosas enzimas, además es componente de algunos compuestos orgánicos responsables del olor y sabor de algunas hortalizas.

2.11. ASPECTOS BASICOS DE LA NUTRICION

Las plantas toman el azufre de la solución del suelo en la forma iónica $SO_4^{=}$. En este estado el elemento tiene

que puede ocasionar una gran pérdida de este elemento a travez del agua de drenaje (17).

2.12. REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE ALGUNOS CULTIVOS

Guerrero (12), afirma que en términos generales el azufre es removido del suelo por los diferentes cultivos en cantidades similares al fósforo. Entre los cultivos exigentes en azufre estan la avena, sorgo, maíz, tomate, alfalfa y algodón, los cuales extraen 20 y 40 kg/ha de azufre.

2.13. RESPUESTA DE LOS CULTIVOS A LA FERTILIZACION CON SULFATO DE AMONIO

Bastidas y colaboradores (3), trabajaron con 15N y encontraron que el sulfato de amonio llevó a una mayor utilización del nitrógeno por el arroz de riego que el aplicado como úrea, al tiempo que aquel fertilizante produjo mayor rendimiento de materia seca que esté. Lo mejor del sulfato de amonio se distribuyó, tanto al suministro del azufre en el suelo deficiente como a su mayor eficiencia en el suministro de nitrógeno.

De acuerdo con Zurita y Venegas (32), el efecto muy

conocido del sulfato de amonio sobre componentes de calidad en las cosechas es el aumento sustancial que produce en los contenidos de proteínas en el forraje.

Melin (16), encontró que el azufre tiene una acción sobre la vegetación de las plantas de banano, un crecimiento más rápido, una mayor precocidad y un intervalo de floración a cosecha más corto. El aumento de los rendimientos, quizás se deba a una mejor utilización de los fertilizantes nitrogenados, por efectos del azufre.

Malavolta (15), encontró que bajo condiciones favorables de aireación y temperatura el NH_4^+ del sulfato de amonio se nitrifica casi totalmente después de tres semanas de aplicado.

2.14. FERTILIZANTES UTILIZADOS COMO FUENTES DE AZUFRE

De acuerdo con Monómeros Colombo-Venezolanos (18), los componentes azufrados más importantes son:

- Sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)$. Este es un fertilizante importante utilizado normalmente para suministrar nitrógeno al suelo, se obtiene como subproducto de industria del acero y de algunos procesos metalúrgicos y

químicos; también se obtiene como subproducto de la coprolactama. Sintéticamente se puede producir por reacción del amoníaco anhidro con el ácido sulfúrico. Contiene 21% de nitrógeno y 24% de azufre, en Colombia este fertilizante ha mostrado mejor efecto que otras fuentes nitrogenadas en el algodón y en otros cultivos.

- Superfosfato simple. Químicamente es una mezcla de fosfato monocálcico y yeso. Este es un fertilizante de baja concentración de fósforo (20% de P_2O_5), comparado con el superfosfato triple (46% de P_2O_5) ó con los fosfatos monocálcicos y monoamónico (46 y 50% de P_2O_5 respectivamente). Sin embargo contiene aproximadamente 13% de azufre y es una fuente adecuada para la nutrición de las plantas.

- Sulfato de potasio (K_2SO_4). Es una fuente importante de potasio y de azufre (50% de K_2O ; 18% de S). En Colombia se ha utilizado como fuente de potasio en cultivos que pueden ser afectados por el cloro como el tabaco, la vid; evntualmente en suelos con problemas de sales.

- Sulfato doble de potasio y magnesio. Conocido generalmente como sulfomag contiene potasio (22% de K_2O), magnesio (18% de MgO) y azufre (22%), en Colombia su uso

es mínimo por su elevado costo y desconocimiento sobre su comportamiento agronómico (11).

- Yeso. Es poco utilizado como fertilizante. Es utilizado en la recuperación de los suelos salino-sódicos y sódicos. Sin embargo, es una buena fuente de azufre por tratarse de una sal neutra que contiene de 15-18% de azufre (11).

-Azufre elemental. Su utilización como fertilizante es mínima ya que presenta problemas, pues una vez agregado al suelo debe ser oxidado a sulfato para poder ser absorbido por la planta. Este proceso de oxidación ocurre por la acción de las bacterias y depende del grado de finura del material. Su contenido de azufre va de 85-99%.

- Urea recubierta de azufre. Es una fuente de nitrógeno y azufre muy poco usada en Colombia. Es un producto en el cual el gránulo de azufre contiene una película de azufre con el fin de lograr una lenta liberación del nitrógeno; el contenido de azufre varía con el espesor de la película, contiene 36% de nitrógeno y 16% de azufre.

- Urea-ácido sulfúrico. Fertilizante líquido con 28% de nitrógeno y 18% de azufre. Se produce con la reacción de

la úrea, el ácido sulfúrico y el agua. Es recomendado para recuperar suelos sódicos.

2.15. INVESTIGACIONES SOBRE AZUFRE EN COLOMBIA

Valencia (30), manifiesta que en algunos experimentos realizados sobre la fertilización del café con azufre no se han obtenido respuestas, esto indica buena disponibilidad de azufre en los suelos estudiados.

Zapata y Munévar (31), encontraron que la aplicación de azufre a suelos de la serie Bacatá (Distrandept típico) causó aumento notable en la tasa de mineralización del nitrógeno y carbono orgánico, lo cual se refleja en un mayor rendimiento de materia seca.

La respuesta del tomate a la fertilización con azufre fue estudiada por Torres y Ramires (27) en suelos del C.I. Caribia en Sevilla (Magdalena), usando dosis crecientes de azufre (0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha) y tres fuentes del elemento (sulfato de amonio, yeso y azufre elemental), los resultados mostraron que el sulfato de amonio superó ampliamente a los otros fertilizantes, con aplicaciones de 60 y 90 kg de S/ha.

En trabajos realizados por Guerrero y Burbano citados por Monómeros (18), en los suelos de la Sabana de Bogotá y los Llanos Orientales, en condiciones de invernadero, encontraron respuesta positiva a las aplicaciones de azufre en la producción de materia seca y en la absorción de nutrientes por la planta de sorgo en los suelos de los Llanos Orientales.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. DESCRIPCION DEL AREA

3.1.1. Ubicación geográfica. La presente investigación se realizó en el centro de investigaciones CARIBIA de la Corporación Colombiana de Investigación CORPOICA; ubicado en el corregimiento de Sevilla, municipio de ciénaga, departamento del Magdalena (Colombia), a 65 km hacia el sur de Santa Marta. El cual se encuentra enmarcado geográficamente dentro de las coordenadas planas: 74°8'30" de longitud oeste al meridiano de Greenwich y 70°11'0" de latitud norte.

3.1.2. Aspectos climáticos. Las condiciones climáticas que presenta esta zona, corresponde según el sistema de zona de vida de Holdridge a la formación, bosque seco tropical (bs-t), Región Natural Caribe, Subregión Zona Bananera, con una altura de 20 m.s.n.m., con precipitación promedio anual de 1.370 mm; una temperatura media anual de 28°C y una humedad relativa del 82%. es

una zona influenciada por los vientos alisios. Los meses de verano intenso, van de diciembre a marzo; los de mayor lluvia, de abril a junio y de agosto a noviembre.

3.1.3. Suelos. Los suelos del área bajo estudio son de origen aluvial, están dentro de la serie Tucurínca, lo cual representa el 46% (204,24 ha), de 444 ha, del área total del Centro de Investigaciones Caribia. Estos suelos presentan textura franco-arenosa, se caracterizan por tener buen drenaje, su fertilidad es moderada con baja disponibilidad de nitrógeno, azufre y boro, medios en potasio y altos en fósforo; el pH varía entre 6,2 y 7,3. La relación calcio-magnesio es amplia, los valores de la C.I.C. y la C.E. son bajos (Tabla 1).

El centro dispone de un buen suministro de agua para riego, la cual es recibida del distrito de riego Prado-Sevilla del INAT y de tres pozos profundos propios.

Los suelos bajo estudio, fueron clasificados taxonómicamente por Baquero (2), como Ustifluvents, en consecuencia estos suelos pertenecen al orden entisol, presentando un grado evolutivo de moderado a bajo y su fertilidad actual revela la influencia de los materiales parentales que bajo las condiciones climáticas

TABLA 1. Características químicas de un entisol del CI
Caribia.

TEXTURA	F.A.
pH	6,7
M.O.	1,50
P (Bray II)	31 ppm
K	0,12 meq/100 g de suelo
S	4 ppm
Ca	8,2 meq/100 g de suelo
Mg	1,8 meq/100 g de suelo
C.I.C.	10,12 meq/100 g de suelo
C.E.	1,21 ds/m

imperantes en la zona no muestran grados extremos de alteración.

3.2. DESARROLLO DEL ENSAYO

3.2.1. Diseño experimental. Se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas con tres replicaciones y cinco tratamientos, las parcelas principales estaban conformada por las fuentes y las subparcelas por las dosis.

3.2.2. Fuentes y dosis. Las fuentes y dosis utilizadas en este ensayo fueron sulfato de amonio, yeso y azufre elemental con dosis de 0, 30, 60, 90, y 120 kg/ha (Tabla 2).

3.2.3. Material vegetal usado. El material utilizado en el siguiente experimento fue la variedad de papaya sunrise, comunmente conocida como papaya Hawaiana, proporcionada por el departamento de mejoramiento del Instituto Colombiano Agropecuario ICA.

3.3. PROCEDIMIENTO PARA LA INSTALACION DEL CULTIVO

El semillero se realizó llenando las bolsas de

TABLA 2. Fuentes y dosis usadas en la fertilización edáfica en el cultivo de la papaya (Carica papaya L.) var sun-rise, en ensayo realizado en el CI Caribia.

FUENTES	DOSIS en Kg/ha de S
Sulfato de amonio (NH_4) (SO_4) 4 2 4	0, 30, 60, 90 y 120
Sulfato de calcio -yeso-	0, 30, 60, 90 y 120
Azufre elemental (S)	0, 30, 60, 90 y 120

polietileno de cinco por ocho y 0,01 de calibre, con suelo del mismo lote. Se colocaron cinco semillas por bolsa a una profundidad de tres centímetros, la germinación ocurrió a los 12 días, luego se realizó un raleo dejando tres plantas por bolsa, 30 días después de germinado el cultivo se llevaron al campo. Se eliminaron las bolsas antes de ubicar las plantas en el sitio definitivo.

3.3.1. Preparación del suelo. La preparación del suelo se hizo con una arada y dos pases de rastrillo, posteriormente se hizo una surcada en donde se colocaron las plantas. La realización de estos surcos se hizo con el fin de evitar posibles encharcamientos que pudieran afectar el normal crecimiento de las plantas.

La demarcación de las parcelas y subparcelas se realizó de la manera siguiente: las subparcelas estaban situadas en surcos dobles, las plantas separadas a una distancia de dos y 3,5 m entre surcos dobles, por lo tanto su tamaño era de 5,5 m de ancho y de seis metros de largo para un área de 33m². Entre cada parcela se dejó un doble surco como borde y entre bloque dos plantas. El área total efectiva fue 1.485m² y el área experimental de 3.340m².

3.3.2. Riego. Para el suministro de agua se utilizó el sistema de riego por goteo, cuyos goteros estaban calibrados para descargar dos litros de agua por hora, el riego se realizó con una frecuencia de tres horas diarias; aplicándose dos horas en la mañana y una por la tarde.

3.3.3. Manejo de plagas y enfermedades. Este se realizó en forma preventiva ya que se eliminaron plantas que presentaron síntomas de virosis, mientras que el manejo de insectos no fue necesario debido a que no se presentaron plagas de importancia económica.

3.3.4. Control de malezas. Se hizo mecánicamente en la primera etapa de crecimiento del cultivo y al rededor de la planta se realizó un plateo con machete y entre calles se utilizó el tractor con cortamalezas de aspas.

Posteriormente cuando el cultivo estaba en la etapa de floración se efectuó el control de malezas con herbicidas como Glifosato y Paraquat, siempre teniendo en cuenta de realizar el plateo a las plantas .

De Glifosato se utilizaron dosis de 250cc/bomba de 20 litros de agua y Paraquat, en dosis de 300cc/bomba de 20

litros de agua. Las aplicaciones con herbicidas variaron teniendo en cuenta las épocas de lluvia.

3.3.5. Fertilización. La fertilización del ensayo se hizo de acuerdo con los resultados mostrados por los análisis de suelo, proporcionados por el Instituto Colombiano Agropecuario I.C.A.

Las fuentes de azufre se fraccionaron en tres dosis, suministrándolas al cultivo cada cuatro meses, distribuyendo el fertilizante en dos o tres huecos en forma de corona, tratando de colocar el abono en el radio de copa que es donde los árboles tienen mayor porcentaje de raíces.

3.3.6. Análisis foliares. Tres meses después de la primera fertilización se tomaron muestras foliares de cada tratamiento siguiendo la metodología de muestreo foliar para este cultivo.

Los tejidos foliares cosechados, se les realizó un tratamiento de acuerdo con las técnicas descritas por Lora (1970), y se colocaron en una estufa a 70°C hasta peso constante y se molió para su respectivo análisis. Este mismo procedimiento se hizo después de la tercera y

Última fertilización.



Al tejido vegetal se le hizo la determinación de N, P, K y S, de acuerdo con la metodología del laboratorio de suelos del Instituto Colombiano Agropecuario I.C.A.; sometiendo las muestras a un proceso de mineralización y posterior cuantificación por absorción atómica para potasio, colorimetría para P, N y S.

3.3.7. Cosecha. Los árboles comenzaron su producción a los ocho meses de sembrados, los frutos se cosecharon de acuerdo al número de pintas que estos presentaron y para evitar su deshidratación se cosecharon con parte del pedúnculo.

Para determinar la producción se contaron y pesaron por parcelas todos los frutos cosechados, haciendo uso de un peso graduado, los datos fueron llevados a kg/ha.

Para determinar la calidad de los frutos, estos fueron llevados al laboratorio en donde se tuvo en cuenta el diámetro basal, diámetro transversal, grosor de pulpa, cavidad seminal, las cuales fueron medidos con un nonio rectilíneo, mientras que el contenido de sólidos solubles se determinó por medio del refractómetro.

3.4. PARAMETROS EVALUADOS.

3.4.1. Rendimiento en kg/ha. Se pesaron por tratamiento todos los frutos cosechados en un peso graduado en gr y/o Kg para luego promediar el peso de los frutos.

3.4.2. Diámetro longitudinal. Los frutos fueron medidos desde la base del pedúnculo hasta la punta del ápice usando el nonio, medido en cm.

3.4.3. Diámetro transversal. En este parámetro a los frutos se les midió el ancho exterior con ayuda del nonio, medido en cm.

3.4.4. Cavidad seminal. Los frutos tomados por tratamientos para medir los parámetros de calidad fueron partidos a la mitad con un cuchillo y en este parámetro se midió la cavidad seminal haciendo uso del nonio, medido en cm.

3.4.5. Grosor de la pulpa. A los frutos partidos a la mitad se les midió el grosor de la pulpa con el nonio medido en cm.

3.4.6. Contenidos de sólidos solubles "Grados brix". Se

tomaron los frutos partidos por la mitad se les extrajo una cantidad de jugo y se llevó al refractómetro para así determinar su contenido de azúcar.

3.4.7. Altura del primer frutos. Al momento de la producción a los primeros frutos se les midió la altura desde el suelo con una cinta métrica.

3.4.8. Número de frutos por tratamiento. De cada tratamiento se tomaron todos los frutos y se contaron por separado.

3.4.9. Grosor del tallo. Esta medida se empezó a tomar a partir del cuarto mes de sembrado el cultivo, fué medido a 30 cm de altura desde el suelo en intervalos de 30 días.

3.5. METODOS ESTADISTICOS.

Los métodos estadísticos utilizados para evaluar los diferentes parámetros fueron:

Análisis de varianza

Prueba de Duncan

Correlaciones y regresiones.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos en la presente investigación sobre fuentes y dosis de azufre (S) en el cultivo de la papaya, se pueden observar en las Tablas del 3 al 11.

4.1. EFECTO DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LOS RENDIMIENTOS

Los rendimientos promedios en kg/ha se presentan en la Tabla 3, para cada uno de los tratamientos, con sus respectivas fuentes evaluadas en el ensayo. Los resultados obtenidos indican que los mejores rendimientos se obtuvieron en las fuentes sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, seguido por la fuente yeso $[(\text{CaSO}_4)_2\text{H}_2\text{O}]$, por último la fuente azufre elemental (S).

En la fuente sulfato de amonio los mejores tratamientos fueron el (T4, T3 y T5) que corresponden a las dosis de 90, 60 y 120 kg de S/ha respectivamente, los cuales mostraron rendimientos de 16.232,3; 14.554,57 y 11.499,54 kg/ha. De igual manera se pudo observar que el menor

TABLA 3. Rendimiento en kg/ha de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (Carica papaya L.) var sun-rise en ensayo realizado en el CI Caribia.

DOSIS		I	II	III	Σ	\bar{X}
S A M	0	7.090,89	7.257,57	6.454,57	20.803,00	6.934,33
	30	7.409,06	7.181,80	10.924,22	25.515,08	8.505,02
	60	13.242,40	14.272,70	16.163,61	43.678,71	14.554,57
	90	20.393,92	15.090,89	13.212,09	48.696,90	16.232,30
	120	12.999,99	9.393,90	11.405,75	33.799,64	11.266,54
	Σ	61.136,26	53.196,86	58.160,21	172.493,33	11.499,55
Y E S D	0	3.984,84	6.212,10	1.772,71	11.969,65	3.989,88
	30	14.418,84	7.318,16	7.969,67	29.705,98	9.901,99
	60	10.318,16	12.712,09	10.969,67	33.999,92	11.333,30
	90	10.333,30	6.484,83	8.257,56	25.075,70	8.358,56
	120	16.469,66	14.712,10	35.227,17	37.439,32	12.479,77
	Σ	55.524,12	47.439,28	35.227,17	138.190,57	9.212,70
A E Z L U E F M R E E N	0	4.696,96	4.969,68	3.606,03	13.262,67	4.424,22
	30	5.772,70	5.530,29	6.333,32	17.636,31	5.878,77
	60	3.939,38	6.757,56	5.404,06	16.106,00	5.368,66
	90	7.030,29	3.757,56	5.833,29	16.621,14	5.540,38
	120	4.545,45	3.999,99	5.999,97	14.545,41	4.848,17
	Σ	25.948,78	25.015,08	25.181,67	78.181,53	5.212,10
T	ΣT	142.645,16	125.651,22	120.569,05	388.865,43	8.641,45

rendimiento se obtuvo en los tratamientos (T2 y T1), los cuales correspondieron a aplicaciones de 30 y 0 kg/ha de S con rendimiento de 8.505,02 y 6.934,33 kg/ha respectivamente.

Para la fuente yeso los mayores rendimientos lo reportaron los tratamientos (T5 y T3), correspondiendo a las dosis de 120 y 60 kg de S/ha con producciones de 12.479,77 y 11.333,306 kg/ha, mientras que los menores rendimientos fueron mostrados por los tratamientos (T1, T4 y T2) que representan dosis de 0, 90 y 30 kg de S/ha con un rendimiento de 3.989,883; 8.358,566 y 9.901,993 kg/ha respectivamente.

Los resultados obtenidos con el azufre elemental fueron los siguientes: el mayor lo mostró (T2) con un rendimiento de 5.878,77 kg/ha correspondiente a la dosis 30 kg/ha de S y el menor rendimiento fue mostrado por el tratamiento (T1) con una producción de 4.424,22 kg/ha, representando la dosis de 0 kg/ha de S (Figura 1).

El análisis de varianza (Anexo A), muestra que hubo una alta diferencia significativa entre las fuentes y entre los tratamientos. Para determinar el mejor promedio de rendimiento se realizó la prueba de Duncan (Anexo B),

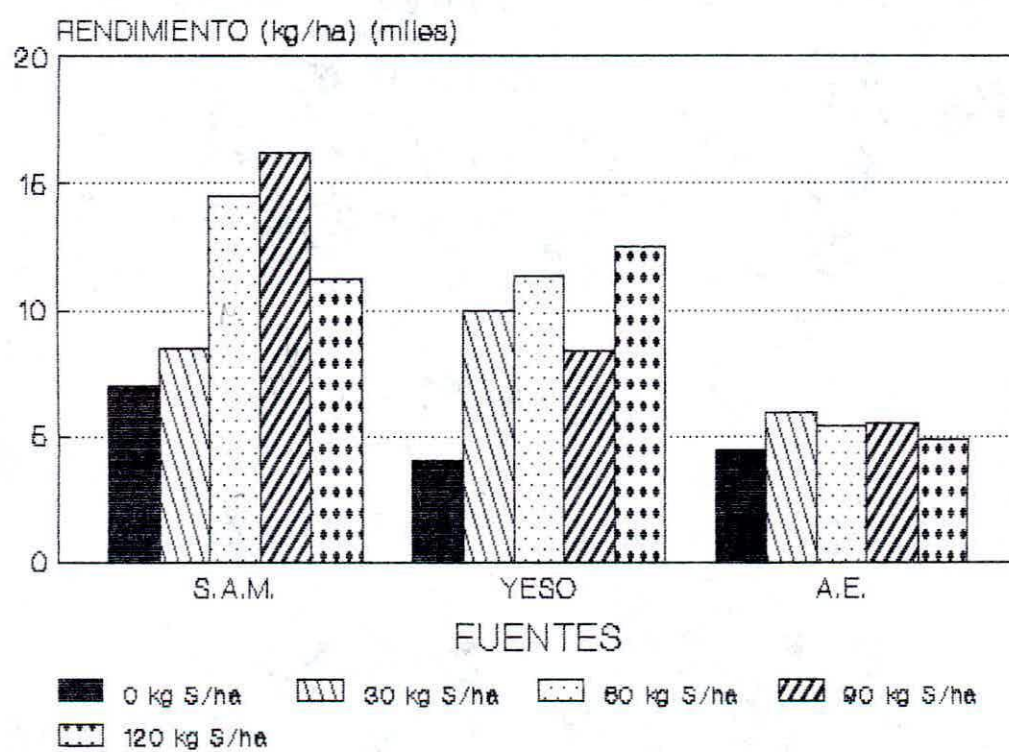


FIGURA 1. Efecto de dosis y fuentes de (S) sobre el rendimiento del cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise, en suelos del CI Caribia.

esta mostró diferencia altamente significativa para las fuentes sulfato de amonio y yeso con respecto al azufre elemental.

Para establecer que hubo diferencia significativa entre promedios por tratamiento se practicaron las respectivas pruebas de Duncan, esta registró una diferencia significativa para las dosis (T4 y T3) con respecto a los tratamientos (T2, T1 y T5) para la fuente sulfato de amonio (Anexo C). La fuente yeso arrojó diferencia significativa entre los tratamientos (T5, T3, T2 y T4) con respecto al testigo (T1) (Anexo D). La fuente azufre elemental no mostró ninguna diferencia entre tratamientos.

En lo anotado anteriormente, se puede observar que los rendimientos obtenidos en las fuentes sulfato de amonio y yeso fueron altos al compararlos con azufre elemental, sin embargo las fuentes registraron una diferencia considerable, mostrando el mayor rendimiento, los tratamientos (T4 y T3) de la fuente sulfato de amonio que corresponden a la dosis de 60 y 90 kg/ha de S; mientras que para la fuente yeso el mejor tratamiento fue (T5), correspondiendo a 120 kg/ha de S.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el parametro de rendimiento de este ensayo, estadísticamente se muestra que el mejor comportamiento lo presentó la fuente sulfato de amonio, seguido por la fuente yeso y por último el azufre elemental.

Resultados análogos obtenidos en los mismos suelos, por Torres y Ramirez (27), en donde encontraron que la mejor fuente fue la de sulfato de amonio y que la dosis óptima aplicada al cultivo fue de 90 kg de S/ha. En donde mostró los mejores resultados con la misma fuente y dosis, sin embargo hay que resaltar el efecto del sulfato de calcio-yeso, con el cual se obtuvieron buenos resultados cuando se aplicó 120 kg de S/ha, siendo esta la dosis óptima para esta fuente. Esto explica en parte, que el cultivo de la papaya por ser de ciclo largo alcanzó a aprovechar el azufre aportado por el yeso, el cual tiene una lenta descomposición en el suelo.

Esta baja descomposición del azufre en el suelo causa baja absorción de este elemento por parte de la planta, y la falta de este nutriente en la planta es limitante para una buena producción (17, 27).

Melin (16), encontró que el aumento de los rendimientos

quizas se deba a una mejor utilización de los fertilizantes nitrógenados por efecto del azufre, además de este efecto según el autor, también se puede presentar precocidad y un intervalo de cosecha-floración más corta.

En los rendimientos y calidad del producto no solo interviene el azufre, no hay que olvidarse de otros nutrientes que se encuentran relacionados con este elemento. De acuerdo con Stakek (22), el efecto del azufre en la planta está relacionado con la presencia de otros nutrientes en el suelo y es posible que exista sinergismo o antagonismo. Esta relación se determina ya que la presencia del azufre estimula una mayor absorción de otros nutrientes.

4.2. DIAMETRO LONGITUDINAL

Para longitud de fruto, los datos son mostrados en la Tabla (4), donde se pueden observar los resultados que se obtuvieron para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos, en ella se muestra que la fuente yeso y azufre elemental tuvieron un comportamiento similar, mientras que SAM presentó un promedio mayor que las anteriores.

TABLA 4. Diámetro longitudinal para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en ensayo realizado en el CI Caribia.

DOSIS		I	II	III	Σ	\bar{X}
S	0	10,5666	11,2333	11,1428	32,9427	10,980
A	30	10,5000	10,7500	11,1571	32,4071	10,802
M	60	11,6666	12,6833	11,9428	36,2927	12,097
	90	11,1333	11,7166	11,9192	34,7641	11,588
	120	10,9166	11,7000	11,9714	34,5880	11,529
	Σ	54,7831	58,0832	58,1283	170,9946	11,399
Y	0	10,7166	10,5166	11,3000	32,5332	10,844
E	30	11,1666	11,7333	11,5741	34,4713	11,490
S	60	11,4166	11,6000	10,6285	33,6451	11,215
O	90	9,7833	10,5333	11,5428	31,8594	10,619
	120	11,6166	11,6333	11,7857	35,0356	11,678
	Σ	54,6997	56,0165	56,8284	167,5446	11,169
A E	0	11,6333	10,6500	10,5714	32,8547	10,951
Z L	30	11,2666	10,9500	10,6857	32,9023	10,967
U E	60	12,3666	10,4500	10,7000	33,5166	11,172
F M	90	11,4333	11,8500	11,5000	34,7833	11,594
R E	120	11,1666	10,8833	10,4428	32,4927	10,830
N	Σ	57,8664	54,7833	53,8999	166,5496	11,103
	ΣT	167,3492	168,8830	168,5660	505,0888	11,224

Para la fuente sulfato de amonio el mejor tratamiento fue el (T3), con un promedio de 12,097 cm de longitud de fruto y el menor tratamiento lo presentó (T2), con un promedio de 10,802 cm de longitud de fruto; en la fuente yeso la mayor longitud de fruto la presentó el tratamiento (T5), con un promedio de 11,678 cm, de longitud de fruto y la menor longitud la presentó el tratamiento (T4), con un promedio de 10,619 cm de longitud de fruto, para el azufre elemental el mejor tratamiento fue mostrado por (T4), con un promedio de 11,594 cm de longitud de fruto, mientras que la menor longitud de fruto la presentó el (T5), con promedio de 10,830 cm de longitud de fruto.

Al efectuar el respectivo análisis de varianza (Anexo E). no presentó significancia para las fuentes, como tan poco para los tratamientos. Al realizar las pruebas de Duncan respectivas, no se encontró significancia para las fuentes, pero al hacerla para los tratamientos se halló que para sulfato de amonio (Anexo F), los mejores promedios fueron (T3 y T4) con respecto a los tratamientos (T2 y T1).

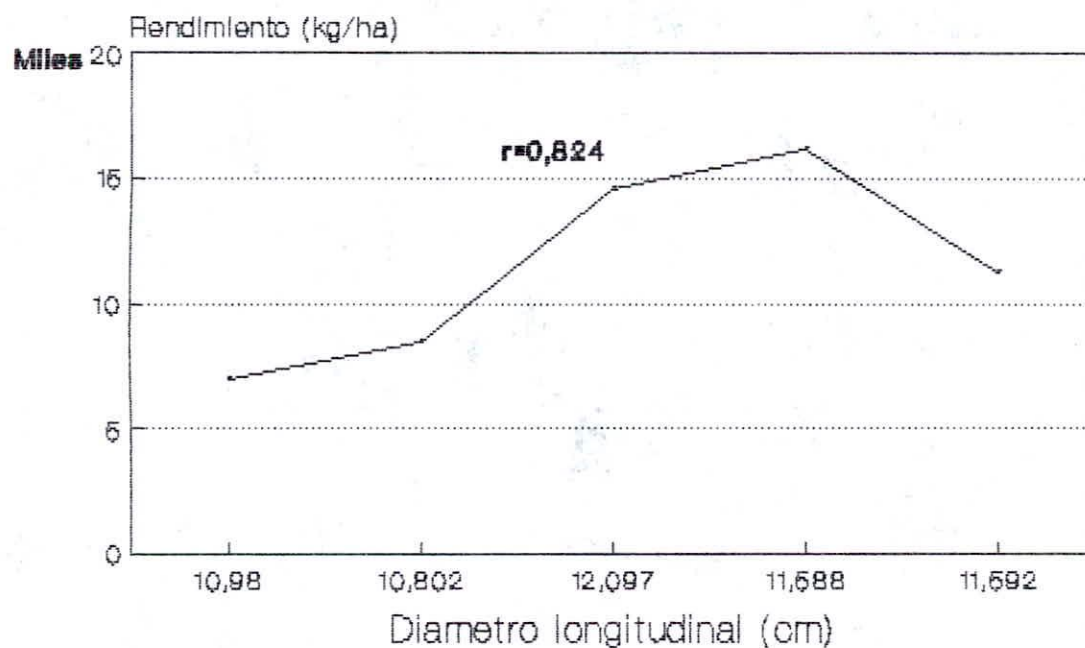
La correlación realizada a diámetro longitudinal contra rendimiento se encontró una relación directa y positiva

(Figura 2), para la fuente sulfato de amonio. De acuerdo a estos resultados se puede determinar que a mayor longitud de fruto, aumenta en forma directa el rendimiento.

4.3. DIAMETRO TRANSVERSAL

En cuanto al parámetro diámetro transversal (Tabla 5), se encontró que el mayor diámetro lo presentó la fuente azufre elemental en el tratamiento (T3), con promedio de 8,076 cm de diámetro transversal y el menor en el (T1), con promedio de 6,808 cm de diámetro. Luego le siguió la fuente yeso, el cual presentó como mejor tratamiento el (T2), con promedio de 7,95 cm de diámetro transversal y el que presentó el menor diámetro fue el (T1), con promedio de 6,978 cm, la fuente sulfato de amonio registró los menores diámetros, el tratamiento que presentó mayor promedio fue el (T3), con 7,647 cm de diámetro transversal y el menor fue para (T1), con 6,822 cm de diámetro.

El análisis de varianza indica que no existió significancia para las fuentes, no así para los tratamientos (Anexo G). Las realizadas para tratamiento mostró que para azufre elemental (Anexo H) los mejores



Fuente: SAM

FIGURA 2. Correlación simple realizada entre los parámetros rendimiento y diámetro longitudinal en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise, en la fuente sulfato de amonio.

TABLA 5. Diámetro transversal para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en ensayo realizado en el CI Caribia.

DOSIS		I	II	III	Σ	\bar{X}
S	0	7,833	6,333	7,300	20,466	6,822
A	30	7,083	7,166	7,157	21,406	7,135
M	60	7,666	7,833	7,442	22,941	7,647
	90	7,133	7,583	7,642	22,358	7,453
	120	7,100	7,466	8,000	22,560	7,522
	Σ	35,815	36,381	37,541	109,737	6,978
Y	0	7,516	6,533	6,885	20,934	6,978
E	30	8,100	8,616	7,142	23,858	7,953
S	60	7,716	8,050	7,771	23,537	7,845
D	90	6,483	7,966	7,871	22,320	7,440
	120	7,050	8,283	7,514	22,847	7,615
	Σ	36,865	39,448	37,183	113,496	7,566
A E	0	6,750	7,133	6,542	20,425	6,808
Z L	30	7,650	7,883	6,457	21,990	7,333
U E	60	8,483	8,533	7,214	24,230	8,076
F M	90	7,800	8,283	7,900	23,983	7,994
R E	120	7,800	8,500	7,585	23,885	7,961
N	Σ	38,483	40,332	35,698	114,513	7,634
	ΣT	111,163	116,161	110,422	337,746	7,505

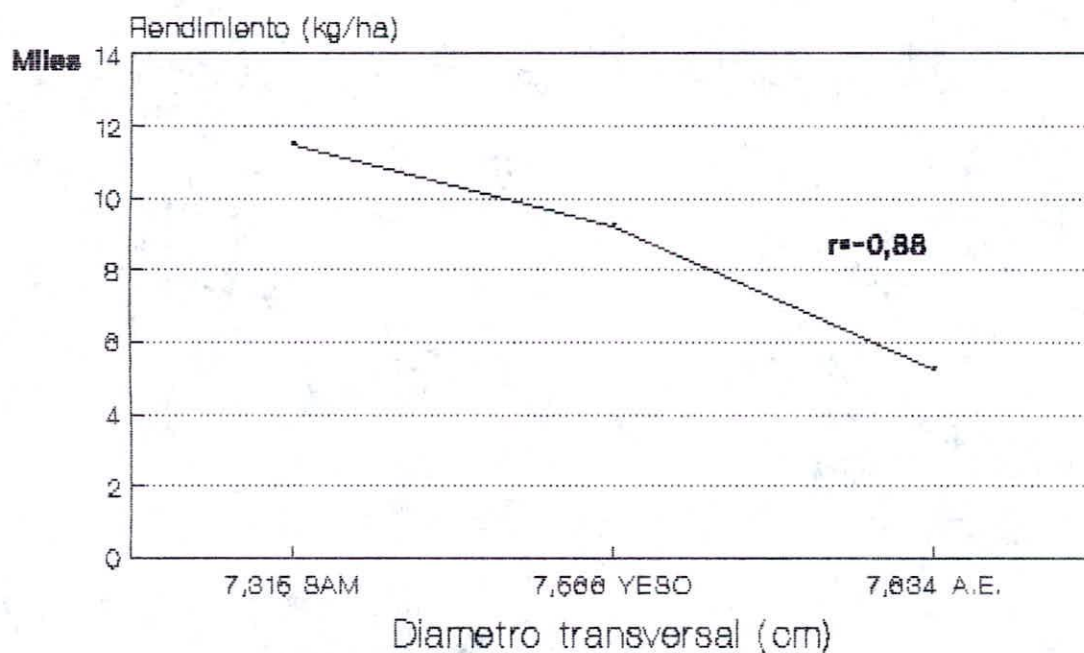
tratamientos fueron (T3, T4 y T5), con respecto al tratamiento (T1).

Hechas las correlaciones correspondientes al diámetro transversal contra rendimiento, estas mostraron que la relación es directa positiva (Figura 3), para la fuente yeso, mientras que la correlación inversa y negativa (Figura 4), con este resultado se establece que el diámetro transversal no influye en el rendimiento ya que la fuente con la que se obtuvo el mayor diámetro transversal fue la que menor rendimiento presentó.

4.4. GROSOR DE PULPA

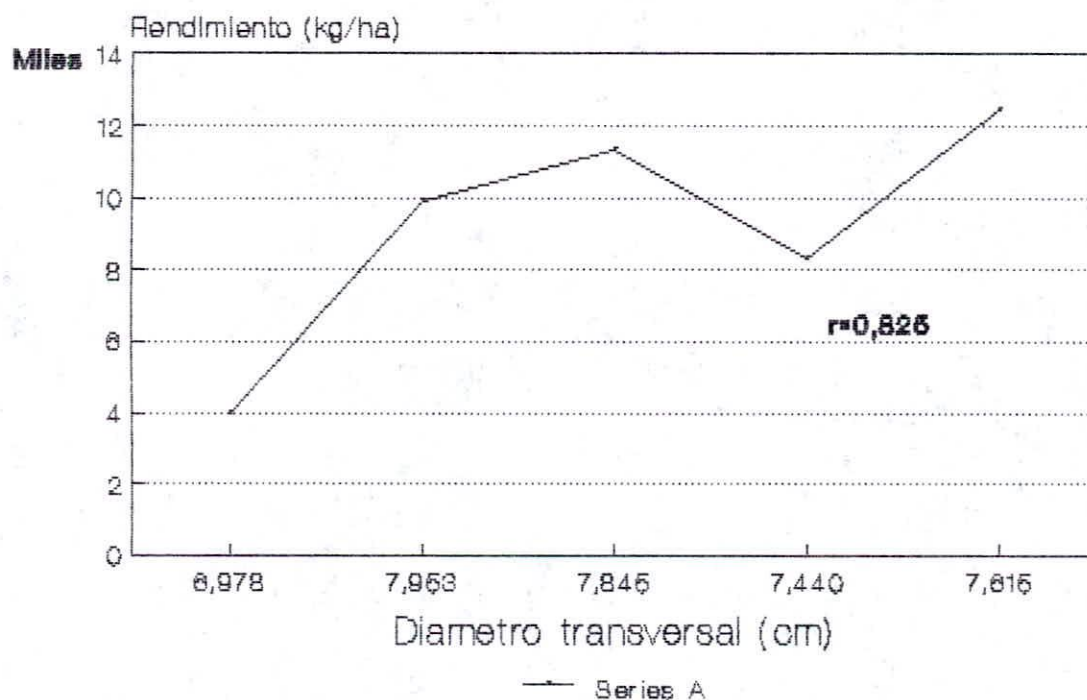
Para el parámetro de grosor de pulpa (Tabla 6), se estableció que las fuentes tuvieron un comportamiento mejor y dentro de cada una de las fuentes no se señalaron diferencias evidentes. Estas afirmaciones se pueden demostrar en el análisis de varianza efectuado a este parámetro, el cual no mostró diferencia significativa entre fuentes, ni entre tratamientos (Anexo I).

Al realizar la respectiva correlación y regresión entre rendimiento y grosor de pulpa, se ratificó la relación directa y altamente positiva para la fuente sulfato de



FUENTES

FIGURA 3. Correlación simple realizada entre los parámetros rendimiento y diámetro transversal en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en la fuente de yeso.



Fuente: YESO

FIGURA 4. Correlación simple realizada entre los parámetros rendimiento y diámetro transversal en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en las fuentes sulfato de amonio, yeso y azufre elemental.

TABLA 6. Grosor de pulpa para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en ensayo realizado en el CI Caribia.

DOSIS		I	II	III	Σ	\bar{X}
S	0	2,100	2,066	1,910	6,037	2,012
A	30	1,983	2,016	2,142	6,141	2,047
M	60	2,150	2,116	2,114	6,380	2,126
	90	2,100	2,183	2,100	6,383	2,127
	120	2,016	2,216	2,057	6,289	2,096
	Σ	10,249	10,597	10,384	31,210	2,082
Y	0	2,050	1,983	1,928	5,961	1,987
E	30	2,100	2,100	1,928	6,128	2,042
S	60	1,983	2,183	1,971	6,137	2,045
D	90	2,133	2,233	2,000	6,366	2,122
	120	2,200	2,200	1,985	6,385	2,128
	Σ	10,466	10,699	9,812	30,977	2,065
A E	0	2,033	1,933	1,814	5,780	1,926
Z L	30	2,233	2,116	1,885	6,234	2,078
U E	60	2,450	1,983	1,828	6,261	2,087
F M	90	2,000	2,083	1,985	6,068	2,022
R E	120	2,083	2,033	1,942	6,058	2,019
	Σ	10,799	10,148	9,454	30,401	2,026
	ΣT	31,514	31,444	29,650	92,608	2,057

amonio (Figuras 5 y 6). Esto verifica que a mayor grosor de pulpa se incrementa el rendimiento.

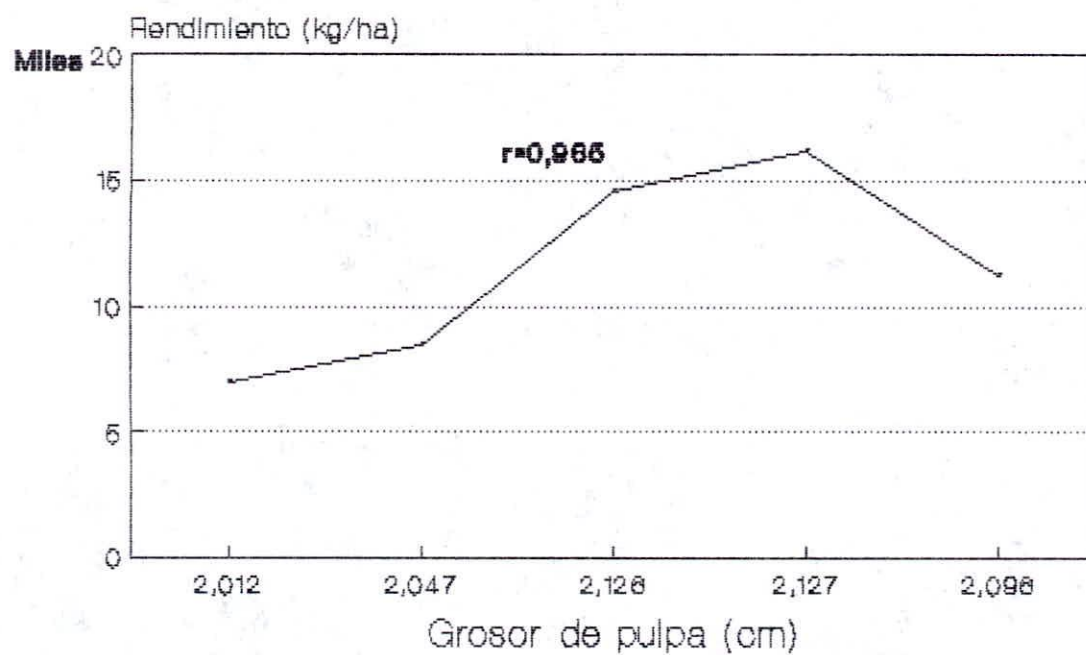
4.5. CAVIDAD SEMINAL

Con respecto al parámetro cavidad seminal (Tabla 7), los resultados determinaron que los mejores diámetros fueron presentados por frutos obtenidos con la fuente sulfato de amonio, seguido por yeso y al final por azufre elemental.

Para la fuente sulfato de amonio el menor diámetro fue obtenido en el tratamiento (T3), con un promedio de 3,130 cm de diámetro, siendo este el mejor, pero el tratamiento con mayor diámetro lo presentó el (T4), con promedio de 3,78 cm de diámetro; para los tratamientos (T1, T2 y T5) los promedios no presentaron diferencias significativas.

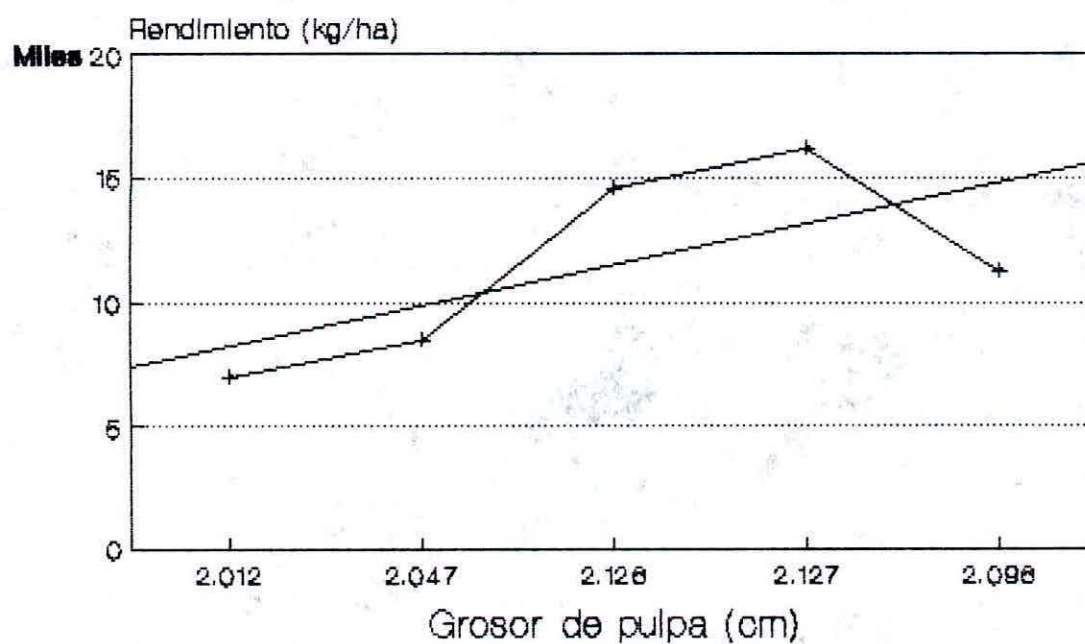
En yeso los tratamientos que presentaron el menor diámetro fueron (T1 y T4), con promedios de 3,69 y 3,92 cm de diámetro, estos como los mejores diámetros y el tratamiento con mayor diámetro se obtuvo en el (T2), con promedio de 4,224 cm de diámetro.

El azufre elemental fue la fuente con la cual se obtuvo los mayores diámetros de cavidad seminal, con el



Fuente: SAM

FIGURA 5. Correlación simple realizada entre los parámetros rendimiento y grosor de pulpa en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en la fuente sulfato de amonio.



Fuente: SAM

FIGURA 6. Regresión lineal realizada entre los parámetros rendimiento y grosor de pulpa en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en la fuente sulfato de amonio.

TABLA 7. Cavidad seminal para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en ensayo realizado en el CI Caribia.

DOSIS		I	II	III	Σ	\bar{X}
S	0	3,650	3,950	3,185	6,037	3,595
A	30	3,816	3,466	3,328	6,141	3,536
M	60	2,733	2,816	3,842	6,380	3,130
	90	3,400	4,083	3,857	6,383	3,780
	120	3,450	3,400	3,885	6,289	3,578
	Σ	17,049	17,715	18,097	31,210	3,524
Y	0	4,083	3,466	3,542	5,961	3,697
E	30	4,216	4,750	3,657	6,128	4,224
S	60	4,266	4,166	4,185	6,137	4,189
O	90	4,216	4,333	3,985	6,366	3,927
	120	3,466	4,333	4,342	6,385	4,119
	Σ	19,714	21,048	19,711	30,977	4,031
A E	0	3,733	3,800	3,314	5,780	3,615
Z L	30	3,900	4,200	3,400	6,234	3,833
U E	60	4,216	4,683	3,928	6,261	4,275
F M	90	3,850	4,200	4,628	6,068	4,226
R E	120	3,566	4,150	4,128	6,058	3,984
N	Σ	19,265	21,033	19,398	30,401	3,979
	ΣT	56,028	59,796	57,206	92,608	3,845

tratamiento (T1) se obtuvo el menor diámetro con promedio de 3,16 cm y el mayor diámetro con un promedio de 4,27 cm en el (T3).

El análisis de varianza mostró significancia tanto para fuentes como para tratamientos (Anexo J). De acuerdo con la prueba de Duncan para las fuentes (Anexo K), mostró significancia para yeso y para azufre elemental, no siendo estos los mejores promedios, ya que en este caso los menores diámetros son los mejores promedios.

4.6. SOLIDOS SOLUBLES

Los resultados en el parámetro de sólidos solubles (Tabla 8) muestran que la mejor fuente fue sulfato de amonio, seguida de azufre elemental, por último la fuente yeso. Para la fuente sulfato de amonio los mejores grados brix fueron los de los tratamientos (T3, T4 y T2) que corresponden a las dosis de 60, 90 y 30 kg/ha de S respectivamente; los cuales mostraron promedios 16,01; 15,31 y 15,23 grados brix, de igual forma los menores grados brix correspondieron a los tratamientos (T5 y T1), con promedios de 14,57 y 14,24 grados brix. Para las fuentes azufre elemental y yeso, reportaron promedios similares (Figura 7), comprendidos entre 14,79 y 14,64

TABLA 8. Sólidos solubles o grados brix para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en ensayo realizado en el CI Caribia.

DOSIS		I	II	III	Σ	\bar{X}
S	0	13,533	14,816	14,371	42,720	14,240
A	30	14,733	16,150	14,814	45,697	15,232
M	60	14,966	13,783	16,300	48,049	16,016
	90	15,033	15,583	15,314	45,930	15,310
	120	13,450	15,066	15,214	43,730	14,576
	Σ	71,715	78,398	76,013	226,260	15,075
Y	0	13,550	14,950	14,014	42,514	14,171
E	30	14,600	14,950	14,557	44,107	14,702
S	60	13,550	15,650	14,700	43,900	14,633
O	90	14,400	15,483	14,457	44,340	14,780
	120	14,166	15,900	14,700	44,766	14,922
	Σ	70,266	76,933	72,428	219,627	14,641
A E	0	14,150	14,766	14,642	43,558	14,519
Z L	30	14,066	15,533	14,985	44,584	14,861
U E	60	13,800	15,350	14,628	43,778	14,592
F M	90	13,800	15,833	14,982	44,575	14,858
R E	120	14,433	16,066	14,857	45,356	14,118
N	Σ	70,249	77,548	74,054	221,851	14,790
	ΣT	212,230	232,879	222,495	667,604	14,830

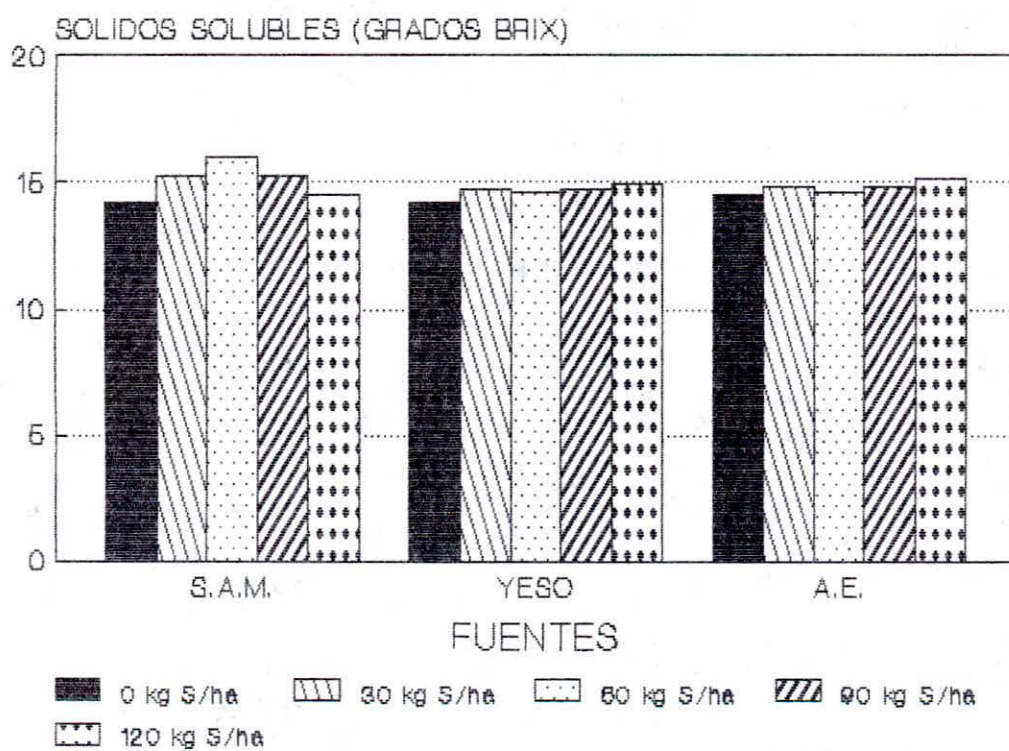


FIGURA 7. Efecto de dosis y fuentes de azufre sobre los sólidos solubles en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise, en suelos del CI Caribia.

grados brix respectivamente.

El respectivo análisis de varianza realizado a este parámetro, señala que existe una diferencia significativa entre las fuentes y una diferencia altamente significativa entre los tratamientos (Anexo L). Para establecer cuál fue el mejor promedio por fuente, se realizó la prueba de Duncan (Anexo M), esta mostró diferencia significativa para la fuente sulfato de amonio con respecto al azufre elemental. Al practicar la prueba de Duncan a la fuente sulfato de amonio, el mejor tratamiento fue el (T3), con respecto a los demás tratamientos, le siguen en su orden los tratamientos (T4, T2, T5 y T1) (Anexo N).

Considerando que la calidad de la fruta depende de varios parámetros, la fuente sulfato de amonio presentó los mejores resultados comprobándose así lo importante que es este elemento para la calidad del producto. La importancia de este elemento (17), es que en la planta es constituyente de proteínas y varias vitaminas, es componente importante de algunas enzimas, además es componente de algunos compuestos orgánicos responsables del olor y sabor del producto.

En la investigación se pudo comprobar este efecto en los frutos de papaya ya que el alto contenido de sólidos solubles le proporcionan mejor sabor al fruto, además la presencia del nutriente no solo mejoró los grados brix, sino también otros parámetros como grosor de pulpa, el cual está relacionado con la cavidad seminal, ya que a mayor grosor de pulpa, menor cavidad seminal del fruto.

La importancia de los resultados obtenidos en este ensayo con respecto a la calidad de la cosecha, es que el azufre aumentó sustancialmente el contenido de azúcar. Comparando estos promedios con los obtenidos en investigaciones realizadas en el CI Caribia (7), los cuales representaron promedios entre 14 y 15% de contenido de sólidos solubles. Siendo estos inferiores a los observados en este ensayo, que presentaron promedios entre 15 y 16 grados brix, cuando se fertilizó con la fuente sulfato de amonio; corroborando este hecho, con lo observado por Zurita y Venegas (32), los cuales expresaron que el azufre aumenta el contenido de compuestos orgánicos en la calidad de la cosecha.

4.7. NUMERO DE FRUTOS

Con relación al número de frutos se observó que el mayor

número de frutos se presentó en la fuente sulfato de amonio, seguido de la fuente yeso y por último la fuente azufre elemental (Tabla 9).

En la fuente sulfato de amonio el mayor número de frutos lo registró el tratamiento (T4) con un promedio de 280 frutos por tratamiento y el menor tratamiento (T1) con un promedio de 108 frutos por tratamiento. EL yeso tuvo el siguiente comportamiento: el mayor número de frutos se presentó en el tratamiento (T5) con un promedio de 191 frutos por tratamiento y el menor promedio lo obtuvo el tratamiento (T1), con un promedio de 78 frutos por tratamiento. Para el azufre elemental se alcanzaron los siguientes resultados: el mejor tratamiento (T2) con un promedio de 33,6 frutos por tratamiento y el menor para el tratamiento (T1) con un promedio de 68 frutos por tratamiento.

El análisis de varianza, muestra que se presenta diferencia altamente significativa para las fuentes, lo mismo que para los tratamientos (Anexo R).

Para establecer cual es el mejor promedio por fuente, se realizó la prueba de Duncan (Anexo D), esta mostró diferencia altamente significativa para la fuente sulfato

TABLA 9. Número de frutos por tratamiento, para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en ensayo realizado en el CI Caribia.

DOSIS		I	II	III	Σ	\bar{X}
S	0	1.081	107	109	324	108
A	30	228	216	234	678	226
M	60	235	221	247	703	234
	90	276	315	250	841	280
	120	236	158	230	624	208
	Σ	1.083	1.017	1.070	3.170	211,33
Y	0	78	118	38	234	78
E	30	200	134	130	464	154
S	60	186	190	178	554	184
D	90	199	124	125	448	148
	120	280	200	95	575	191
	Σ	943	766	566	2.275	151,66
A E	0	74	85	45	204	68
Z L	30	74	87	90	251	83,6
U E	60	44	98	75	271	72,3
F M	90	90	72	85	247	82,3
R E	120	63	77	94	234	78
N	Σ	345	419	388	1.153	76,86
	ΣT	2.379	2.202	2.025	6.598	146,62

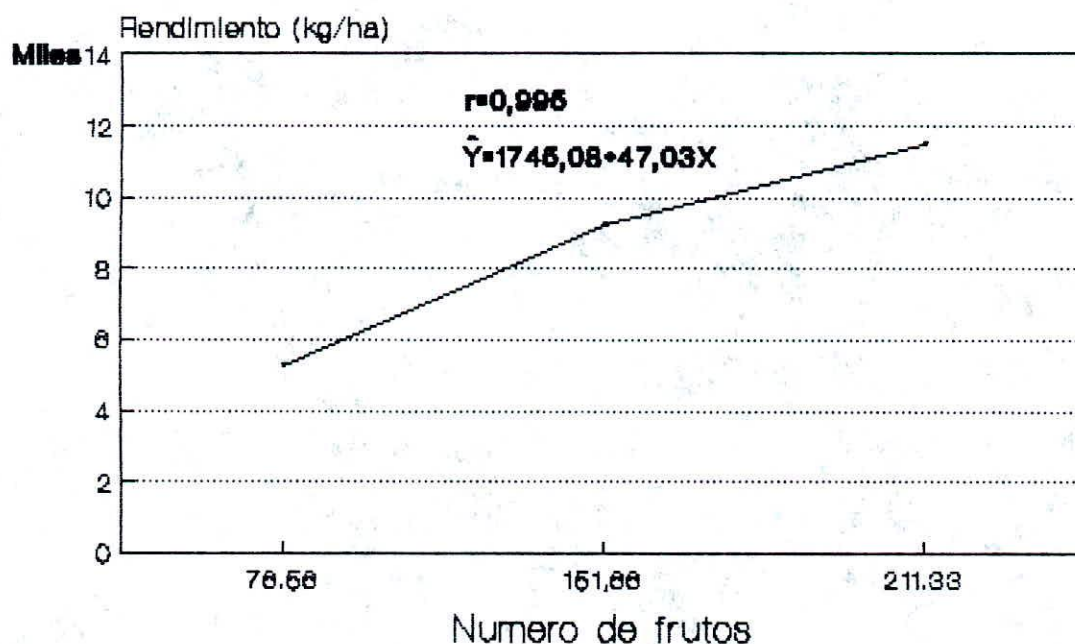
de amonio y significativa para yeso con respecto a azufre elemental.

En la correlación efectuada a las fuentes, para los mismos parámetros, se observó que existió una relación directa y altamente positiva (Figura 8), indicando la relación existente entre el número de frutos por tratamiento y el rendimiento.

Para la fuente yeso, Duncan (Anexo P), mostró que la significancia la presentaron los tratamientos (T5, T3, T2 y T4), con respecto al testigo (T1). Estos resultados demuestran que al aumentar el número de frutos aumenta en forma gradual el rendimiento; esto para las fuentes sulfato de amonio y yeso.

4.8. GROSOR DEL TALLO

Con respecto al grosor del tallo medido a 30 cm del suelo se encontró que para la fuente sulfato de amonio los tratamientos (T3, T4 y T5), tuvieron un comportamiento similar a los 14 meses de edad, presentándose a esta edad un grosor de 112 mm de diámetro, mientras que para la fuente yeso el tratamiento que presentó mayor grosor a esta edad fue (T5) con un diámetro de 125,58 mm y por



FUENTES

FIGURA 8. Correlación simple realizada entre los parámetros rendimiento y número de frutos en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en las fuentes sulfato de amonio, yeso y azufre elemental.

Ultimo la fuente azufre elemental; el mayor grosor lo presentó el tratamiento (T2) con 106,33 mm de diámetro (Tabla 10).

Se observó que el comportamiento entre las fuentes fue similar ya que el grosor del tallo es progresivo aritmético, pero la fuente con mayor grosor de tallo fue yeso en el tratamiento (T5).

4.9. ALTURA DEL PRIMER FRUTO

Con relación al parámetro de altura del primer fruto, las distintas fuentes presentaron un comportamiento similar, con alturas promedio de 98 cm para la fuente azufre elemental; 103 cm para la fuente sulfato de amonio y 107 cm para la fuente yeso, (Tabla 11). El análisis de varianza mostró que no existió diferencia entre las fuentes ni entre los tratamientos (Anexo Q).

4.10. EFECTOS DE LOS TRATAMIENTOS SOBRE LAS CONCENTRACIONES DEL (S) EN EL TEJIDO FOLIAR DE LA PAPAYA.

Con respecto al contenido promedio foliar Tabla 12, se encontró que en general la mejor absorción de azufre se realizó en la fuente yeso, con 2.730 ppm, el mejor

TABLA 10. Grosor del tallo a 30 cm de altura del suelo para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en ensayo realizado en el CI Caribia.

DOSIS kg/ha	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.
0	41,67	44,55	71,33	78,41	88,41	88,66	94,91	95,72	95,72	98,33
S 30	31,25	34,16	56,50	62,41	72,91	80,08	84,33	88,58	91,16	96,08
A 60	42,08	45,91	71,16	77,00	85,58	92,66	95,50	99,50	110,50	111,25
M 90	50,75	54,41	85,25	90,91	97,33	101,16	105,16	105,33	110,25	112,41
120	46,50	49,33	77,25	85,33	96,25	103,41	104,66	107,50	110,00	112,41
Y 0	27,08	30,58	56,00	63,33	75,91	78,58	85,00	85,75	96,91	99,41
E 30	47,75	45,25	72,16	77,25	87,75	90,91	93,75	100,91	103,00	105,41
S 60	51,00	55,16	82,16	90,66	97,91	105,58	106,66	111,75	118,75	122,50
D 90	33,08	36,25	65,25	70,66	77,33	88,16	88,25	100,66	102,66	107,50
120	51,16	54,58	82,58	90,91	106,16	111,91	115,83	123,16	123,33	125,58
A 0	28,16	30,58	55,75	56,75	67,75	73,08	84,16	87,75	93,91	97,25
E 30	38,50	42,00	70,33	74,75	84,91	95,50	98,16	101,16	102,66	106,33
60	30,08	33,91	58,83	64,08	65,00	78,33	79,16	79,50	81,75	84,75
90	47,75	51,25	74,25	79,16	86,00	90,75	91,25	91,50	91,88	91,91
120	39,67	43,16	62,00	63,66	78,16	79,33	83,75	87,41	88,25	88,50

TABLA 11. Altura del primer fruto para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en ensayo realizado en el CI Caribia.

DOSIS		I	II	III	Σ	\bar{X}
S	0	102	107	99	308	102,66
A	30	115	103,33	99,50	317,83	105,94
M	60	99,33	103,50	97,66	300,49	100,16
	90	104,33	102,66	105,75	312,74	104,24
	120	104	112,50	99	315,50	105,16
	Σ	524,66	528,99	500,91	1.154,56	103,53
Y	0	125	108,50	111	344,50	114,83
E	30	133	93,50	105	331,50	110,50
S	60	107	95	103,50	305,50	101,83
O	90	105	110,50	108,50	324	108
	120	105	99,50	99	303,50	101,16
	Σ	575	507	527	1.609	107,26
A E	0	90	105	100	295	98,33
Z L	30	99	89	98	286	95,33
U E	60	100	95	103	298	99,33
F M	90	84,50	99	94	277,50	92,50
R E	120	101	97	116	314	104,66
E N	Σ	474,50	485	511	1.470,50	98,03
T	ΣT	1.578,16	1.520,99	1.538,92	4.634,06	102,97

TABLA 12. Análisis foliar para cada una de las fuentes y sus respectivos tratamientos en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en ensayo realizado en el CI Caribia.

DOSIS		I	II	III	Σ	\bar{x}
S	0	1.986	2.129	1.969	6.084	2.028
A	30	2.906	2.730	3.142	8.778	2.926
M	60	2.315	2.863	2.418	7.596	2.532
	90	2.641	2.491	2.731	7.863	2.621
	120	2.942	2.532	2.218	7.674	2.558
	Σ	12.772	12.745	12.478	37.995	2.533
Y	0	2.183	1.954	2.235	6.372	2.124
E	30	2.831	2.712	2.131	7.674	2.558
S	60	2.658	2.563	2.921	8.142	2.714
D	90	2.867	2.867	3.159	9.294	3.098
	120	3.247	3.212	3.015	9.474	3.158
	Σ	13.786	13.709	13.461	40.956	2.730,4
A E	0	1.865	1.966	2.124	5.955	1.985
Z L	30	2.131	2.105	2.235	6.471	2.157
U E	60	2.639	2.947	3.189	8.775	2.925
F M	90	2.154	1.600	1.862	5.616	1.872
R E	120	1.928	1.983	2.092	6.003	2.001
N	Σ	10.717	10.601	11.502	32.820	2.188
	ΣT	37.275	37.055	37.441	111.771	2.483,8

tratamiento es (T5), con 3.158 ppm y el menor tratamiento (T1) con 2.124 ppm.

La fuente sulfato de amonio tuvo su mayor promedio en el tratamiento (T2) con 2.926 ppm y su menor absorción en el tratamiento (T1) con 2.028 ppm. La fuente azufre elemental es la que en promedio absorbió menor cantidad de azufre con 2.188 ppm; siendo el mayor tratamiento (T3) con 2.925 ppm y el menor tratamiento (T4) con 1.872 ppm.

De acuerdo al análisis de varianza (Anexo R), señala que fue altamente significativo, tanto para las fuentes, como para los tratamientos. De acuerdo con la prueba de Duncan para las fuentes (Anexo S), muestra alta significancia las fuentes yeso y sulfato de amonio, con respecto a la fuente azufre elemental.

Al analizar la concentración del nutriente de las fuentes en el tejido foliar a los seis meses después de trasplantado el cultivo (fase de floración), se aprecia que la mayor absorción se presentó en la fuente sulfato de amonio, esto debido a que de las tres fuentes utilizadas, esta es la más fácilmente asimilada por la planta. A los doce meses (fase de producción), después del trasplante, se observa que las mayores

concentraciones del nutriente en el tejido se presentó en la fuente yeso, esto se debe en parte a que esta fuente es de lenta descomposición en el suelo y por ser la papaya una planta de ciclo vegetativo semiperenne, favoreció a que el cultivo aprovechara el elemento aportado por esta fuente; análogas observaciones son reportadas por Guerrero (11), donde expresan que el yeso es de más lenta descomposición en el suelo debido a su baja solubilidad (Figura 9).

El efecto de los distintos tratamientos del nutriente a los 6 y 12 meses en las fuentes de sulfato de amonio y yeso sobre la concentración foliar promedio de los mismos aparece ilustrado en la (Figura 10).

Donde a los seis meses después de trasplantado el cultivo, se observa los altos promedios de absorción en la fuente sulfato de amonio, para los tratamientos (T3, T4 y T2) con promedios de 3.864; 3.350 y 3.307 ppm respectivamente; en comparación con la fuente yeso, cuyos promedios de absorción a los seis meses fueron bajos a excepción del tratamiento (T5) con 3.343 ppm, que corresponden a la mayor dosis (120 kg de S/ha).

Posteriormente a los 12 meses después del trasplante,

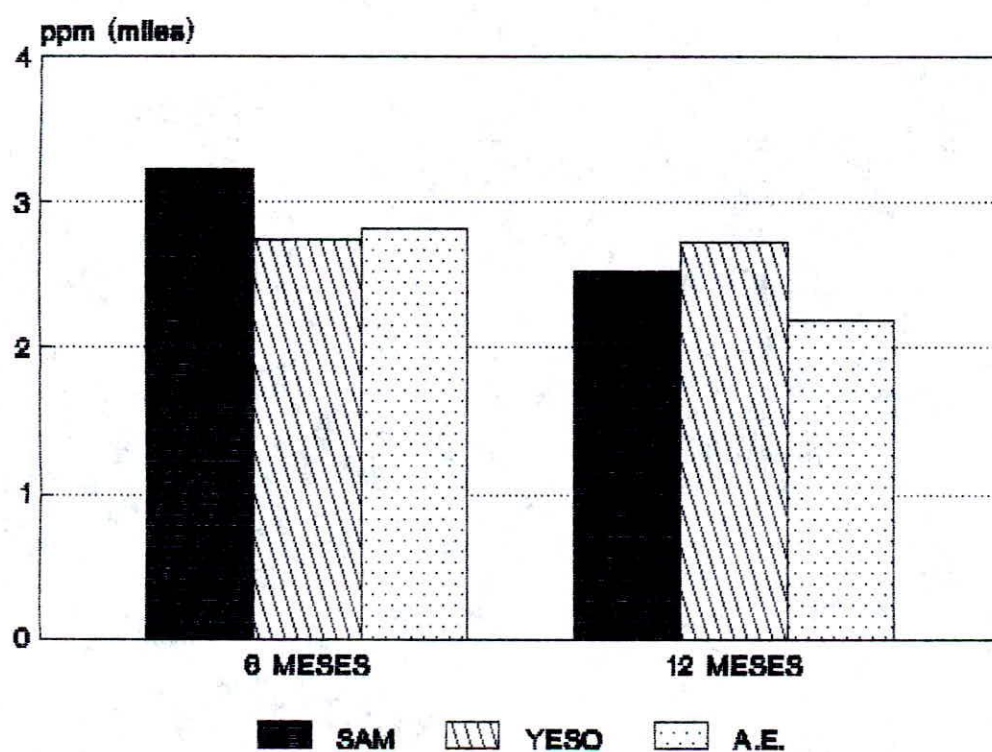
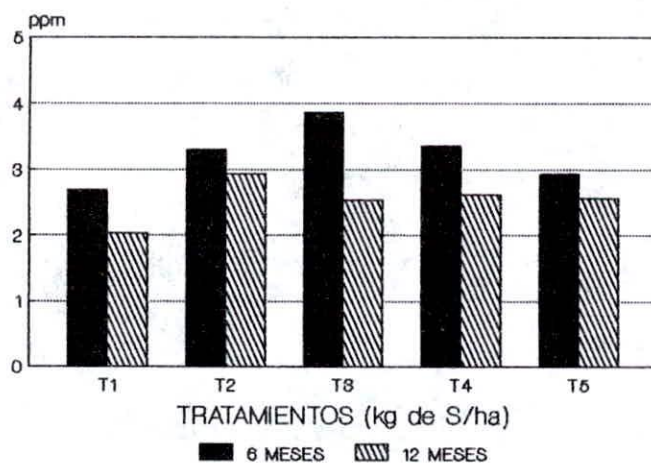
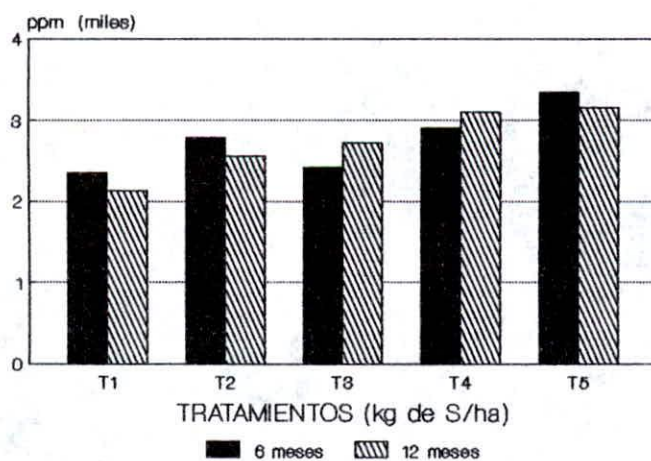


FIGURA 9. Concentración promedio de las fuentes en ppm de azufre foliar, en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en suelos del CI Caribia.



FUENTE SAM



FUENTE YESO

FIGURA 10. Concentración promedio de los tratamientos sulfato de amonio y yeso en ppm de azufre foliar, en el cultivo de la papaya (*Carica papaya* L.) var sun-rise en suelos del CI Caribia.

para la fuente sulfato de amonio, se puede apreciar que los promedios de absorción para todos los tratamientos bajaron; mientras que para la fuente yeso se observa un incremento en los promedios de absorción para los tratamientos (T3, T4 y T5).

5. CONCLUSIONES

1. En el presente ensayo la fuente que presentó mejores resultados fue sulfato de amonio.
2. Dentro de la fuente sulfato de amonio la dosis que mejor se comportó, dentro de los parámetros de rendimiento y calidad, fue el tratamiento (T4) que corresponde a la dosis de 90 kg/ha de S con un promedio de 16.232,3 kg/ha.
3. Las fuentes de sulfato de amonio y yeso aplicados al suelo, produjeron un efecto positivo y significativo sobre el rendimiento, calidad y absorción de S por las plantas de papaya.
4. La aplicación localizada de azufre en forma de sulfato de amonio, resultó ser una adecuada alternativa para corregir deficiencias de este elemento.
5. Las correlaciones positivas y altamente significativas

obtenidas entre las variables de calidad contra rendimiento y análisis foliares, indican la importancia de este elemento en la nutrición de este cultivo.

6. El azufre que aporta el sulfato de calcio -yeso- es mejor aprovechado por cultivos de ciclo largo.

BIBLIOGRAFIA

1. ALEXANDER, M. Introduction to soil microbiology. New York, Wiley, 1961. 472p.
2. BAQUERO MAESTRE, César Elias. Disponibilidad de boro en suelos del CI Caribia: características de las cinco series de suelos estudiados. Palmira, 1992. p. 27-33: Tabla 1. Tesis (Magister). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
3. BASTIDAS O.J. et al. Destino del 15 N-Urea y el 15N-sulfato de amonio en diferentes épocas aplicados a un cultivo de arroz (CICA-8) en condiciones de invernadero. Piracicaba. Brasil. Seminario Regional sobre Técnicas Nucleares en la Producción de Plantas Agrícolas. CENA (USP)(Mimeografiado).
4. BAXTER, A. What about sulfur. Crops and soils, 1952. 5(3): p.7-9.
5. BEAR, F.E. Química del suelo. Madrid . Ediciones Interciencia, 1963. 435p.
6. BIRCH, H. F. The effect of soil drying on humus decomposition and nitrogen availability. Plant and soil. 1968. 10: p.9-13.
7. CORPORACION COLOMBIANA DE INVESTIGACION AGROPECUARIA. Boletín anual. No.1, 1994. 30p.
8. ENSMINGER, L.E. Some factors affecting absorption of sulfate by Alabama. Soils. SSS Ap. 18: 259. 264. 1954.
9. FRENEY, D.R. Sulfur containing organica. In: Melaren A.D. y Paterson, G.H. Eds. Soil Biochemistry. New York, Docker, 1976. p229-259.
10. GARAVITO NEIRA, F. Propiedades químicas de los suelos,

- 2ed. Bogotá: INSTITUTO AGUSTIN CODAZZI, 1979. 322p.
11. GUERRERO R. Ricardo. Características de los fertilizantes que contienen azufre. p. 61-66. En: Seminario Nacional El Azufre en la Agricultura. Palmira, 1988. 82 p.
 12. ----- Bases técnicas para la fertilización de cultivos. p.37-43. En: GUERRERO RIASCOS. Fertilización de cultivos de clima cálido. Santafé de Bogotá: Monómeros Colombo-Venezolanos, 1993. 312p.
 13. GUERRERO M., Ramiro. Suelos de la zona cálida. p.29-34. En: GUERRERO RIASCOS. Fertilización de cultivos de clima cálido. Santafé de Bogotá: Monómeros Colombo-Venezolanos, 1993. 312p.
 14. HARWARD, M.E. y REISNAVER, H.M. Reactions and movement of inorganic soil sulphur. Sulphur Soil Science. 101: 326. 1966.
 15. MALAVOLTA, M. E. y REISNAUER, H.M. Reactions and movement of inorganic soil sulphur. Sulphur Soil Science. 101:326, 1966.
 16. MELIN, P. y ABERT, B. Observation sur un type de maturation normal (pulpe jaune) de la banane avant recolte. Fruit 28(12): 831-842, 1993.
 17. MONOMEROS COLOMBO-VENEZOLANOS. Fertilización en cultivos de clima cálido, Santafé de Bogotá, 1993. p. 41-49.
 18. ----- El azufre: su importancia como nutriente en la agricultura tropical. Colección punto verde. No.5. s.l.:s.n., 1986. 43p.
 19. PELCZAR, M. J. y REID, R.D. Microbiología. 2Ed. Madrid: Ediciones Castillas, S.A., 1966. 664p.
 20. RAUDALES, P. y CUELLAR, R. Fijación de fósforo en suelos de la zona bananera. Santa Marta, 1974. 41p. Tesis (Ingeniero). Universidad del Magdalena. Facultad de Ciencias Agropecuarias.
 21. REYES CASTAÑEDA, Pedro. Bioestadística aplicada. México: Trillas, 1980. 217p.

22. STARKEK, R. L. Relations of microorganism to transformations of sulphur in soil, 1950. Soil Science 70: p.55-65.
23. THOMAS, MOYER y Otros. Sulfur content of vegetation, 1950. Soil Science 70: p.9-18.
24. THOMPSON, L. M. El suelo y su fertilidad. Traducción de Ricardo Clará. Barcelona, 1965. 407p.
25. TISDALE, S.L. y NELSON, W.L. Soil fertility and fertilizer, 3ed. New York: Mc Millan, 1975. 694p.
26. ----- y PLATOU, J.S. The importance of sulphur in tropical agriculture. En: Primer simposio sobre el uso del azufre para el desarrollo y modernización de la agricultura en América Latina. México, 1979.
27. TORRES, J. y RAMIREZ, A. Comparación de tres fuentes y cinco niveles de azufre en dos variedades de tomate (Lycopersicum esculentum Mill). Santa Marta, 1994. 102p. Tesis (Ingeniero Agrónomo), Universidad del Magdalena. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Programa de Ingeniería Agronómica.
28. WANG, C.H.; LEIM T.H. y MIKKELSEN, A.S. Sulphur deficiency in lower amazon basin. Sulphur in agriculture. 1:16-17, 1977.
29. WHITEHEAD, D. C. Soil and plant nutrition aspects of the sulfur cycle, 1964. Soil and fertilizers 27: p.1-8.
30. VALENCIA, A.G. Respuesta al calcio, magnesio y azufre, en cultivos de clima medio. El caso del caso. Suelos ecuatoriales, 1979. p. 186-195.
31. ZAPATA, A. y MUNEVAR, F. Efecto del azufre en la mineralización del carbono y nitrógeno de un andisol de cundinamarca. 1985 En: IX Congreso Latinoamericano y III Congreso Colombiano de Ciencia del suelo. Resumen. Cali, agosto 26-30.
32. ZURITA, V. J. y VENEGAS, C.C. Efecto de diferentes fuentes y dosis de nitrógeno sobre la producción de forraje y la acumulación de nitratos y nitritos en los raigrases tetrales y terci: Bogotá, 1986. 119p. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional, Facultad de Agronomía.

A N E X O S

ANEXO A. ANALISIS DE VARIANZA PARA RENDIMIENTO EN kg/ha
 PARA CADA UNA DE LAS FUENTES Y SUS RESPECTIVOS
 TRATAMIENTOS, EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA
 (*Carica papaya* L.) var sun-rise, EN ENSAYO
 REALIZADO EN EL CI CARIBIA.

F.V.		G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT.5	FT.1
BLOQUES	2		17.821,7				
F2 FUENTES	2	303	832.885,5	151.916,4	19,698*	6,94	18
ERROR A	4	30	848.900,4	7'712.225,1			
P.GRANDES	8	352	503.498,9				
F2 TRATAM.	4	167	849.613,3	41'962.403,3	5,153*	2,27	4,22
F1xF2	8	151	975.101,9	18'996.887,7	3,088*	2,36	3,36
ERROR B	24	122	896.621,9	5'120.692,5			
TOTAL	44	795	224.836				
C.V.			26,86				

* Significativo

ANEXO B. PROMEDIOS DE RENDIMIENTO EN kg/ha DE LAS FUENTES DE AZUFRE EN LA FERTILIZACION EDAFICA EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (*Carica papaya* L.) var sunrise EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBIA, 1994.

FUENTES	PROMEDIOS
F1	11.499,55 a
F2	9'212.704 ab
F3	5'212.102 c

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencia significativa al 5%.

ANEXO C. PROMEDIOS DE RENDIMIENTO EN kg/ha PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA FUENTE SULFATO DE AMONIO EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (Carica papaya L.) var sun-rise EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBIA, 1994.

TRATAMIENTOS	kg de S/ha	PROMEDIOS
T1	0	6.934,33 d
T2	30	8.505,02 cd
T3	60	14.569,57 ab
T4	90	16.232,30 a
T5	120	11.266,54 bc

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencia significativa al 5%.

ANEXO D. PROMEDIOS DE RENDIMIENTO EN kg/ha PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA FUENTE YESO EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (*Carica papaya* L.) var sunrise EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBIA, 1994.

TRATAMIENTOS	kg de S/ha	PROMEDIOS
T1	0	3.989,88 e
T2	30	9.910,99 abc
T3	60	11.333,30 ab
T4	90	8.358,56 bcd
T5	120	12.149,77 a

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencia significativa al 5%.

ANEXO E. ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAMETRO LONGITUDINAL
 PARA CADA UNA DE LAS FUENTES Y SUS RESPECTIVOS
 TRATAMIENTOS, EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA
 (Carica papaya L.) var sun-rise, EN ENSAYO
 REALIZADO EN EL CI CARIBIA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT.5	FT.1
BLOQUES	2	0,1027528				
F2 FUENTES	2	0,7255318	0,36276	0,4069	6,94	18
ERROR A	4	3,5656864	0,891421			
P.GRANDES	8	4,393971				
F2 TRATAM.	4	1,729089	0,445727	2,4799	2,27	4,22
F1xF2	8	4,8362393	0,6040799	3,361048	2,36	3,36
ERROR B	24	4,3135109	0,1797			
TOTAL	44	15,32303				
C.V.		3,776				

ANEXO F. PROMEDIOS DEL DIAMETRO LONGITUDINAL DEL FRUTO EN cm, PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA FUENTE SAM EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (Carica papaya L.) var sun-rise EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBIA, 1994.

TRATAMIENTOS	kg de S/ha	PROMEDIOS
T1	0	10,98 bc
T2	30	10,80 c
T3	60	12,09 a
T4	90	11,58 ab
T5	120	11,39 abc

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencia significativa al 5 %.

ANEXO G. ANALISIS DE VARIANZA PARA DIAMETRO TRANSVERSAL PARA CADA UNA DE LAS FUENTES Y SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS, EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (Carica papaya L.) var sun-rise, EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBIA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT.5	FT.1
BLOQUES	2	1,299				
F2 FUENTES	2	0,843	0,421	0,851	6,94	18
ERROR A	4	1,981	0,495			
P.GRANDES	8	4,123				
F2 TRATAM.	4	5,143	1,285	6,40*	2,27	4,22
F1xF2	8	1,507	0,188	0,937	2,36	3,36
ERROR B	24	4,812	0,2005			
TOTAL	44	15,585				
C.V.		5.966				

* Significativo

ANEXO H. PROMEDIOS DEL DIAMETRO TRANSVERSAL DEL FRUTO EN cm PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA FUENTE AZUFRE ELEMENTAL EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (*Carica papaya* L.) var sun-rise EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBIA, 1994.

TRATAMIENTOS	kg de S/ha	PROMEDIOS	
T1	0	6,803	d
T2	30	7,333	abcd
T3	60	8,077	a
T4	90	7,994	abc
T5	120	7,961	abc

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencia significativa al 5%.

ANEXO I. ANALISIS DE VARIANZA PARA GROSOR DE PULPA, PARA CADA UNA DE LAS FUENTES Y SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS, EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (*Carica papaya* L.) var sun-rise, EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBIA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT.5	FT.1
BLOQUES	2	0,148				
F2 FUENTES	2	0,024	0,012	0,369	6,94	18
ERROR A	4	0,130	0,032			
P.GRANDES	8	0,302				
F2 TRATAM.	4	0,083	0,0207	2,547	2,27	4,22
F1xF2	8	0,039	0,004875	0,6	2,36	3,36
ERROR B	24	0,195	0,008125			
TOTAL	44	0,619				
C.V.	4.382					

ANEXO J. ANALISIS DE VARIANZA PARA CAVIDAD SEMINAL, PARA CADA UNA DE LAS FUENTES Y SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS, EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (*Carica papaya* L.) var sun-rise, EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBIA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT.5	FT.1
BLOQUES	2	0,4953				
F2 FUENTES	2	2,3391	1,1695	19,2748*	6,94	18
ERROR A	4	0,2427	0,0606			
P.GRANDES	8	3,0772				
F2 TRATAM.	4	0,5721	0,1430	4,941*	2,27	4,22
F1xF2	8	4,5117	0,5639	19,486*	2,36	3,36
ERROR B	24	0,6945	0,0289			
TOTAL	44	8,8555				
C.V.	4,421					

* Significativo

ANEXO K. PROMEDIO DE LA CAVIDAD SEMINAL DEL FRUTO EN cm
 PARA CADA UNA DE LAS FUENTES EN LA
 FERTILIZACION EDAFICA EN EL CULTIVO DE LA
 PAPAYA (Carica papaya L.) var sun-rise EN
 ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBA.

FUENTES	PROMEDIOS
F1	3,58 b
F2	4,03 a
F3	3,97 ab

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencia significativa al 5%.

ANEXO L. ANALISIS DE VARIANZA PARA SOLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRIX) PARA CADA UNA DE LAS FUENTES Y SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS, EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (Carica papaya L.) var sun-rise, EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBIA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT.5	FT.1
BLOQUES	2	14,21	7,105			
F2 FUENTES	2	1,46	0,73	8,84*	6,94	18
ERROR A	4	0,33	0,0825			
P.GRADES	8	16,00	2			
F2 TRATAM.	4	3,32	0,823	6,81*	2,27	4,22
F1xF2	8	4,09	0,508	4,21*	2,36	3,36
ERROR B	24	2,89	0,1204			
TOTAL	44	9930,61				
C.V.	2.339					

* Significativo

ANEXO M. PROMEDIOS DE SOLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRIX)
PARA CADA UNA DE LAS FUENTES EN LA DE AZUFRE EN
LA FERTILIZACION EDAFICA EN EL CULTIVO DE LA
PAPAYA (Carica papaya L.) var sun-rise EN
ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBA.

FUENTES	PROMEDIOS
F1	15,07 a
F2	14,64 b
F3	14,79 ab

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencia significativa al 5%.

ANEXO N. PROMEDIOS DE SOLIDOS SOLUBLES (GRADOS BRIX)
 PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA FUENTE
 SULFATO DE AMONIO, EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA
 (Carica papaya L.) var. sun-rise EN ENSAYO
 REALIZADO EN EL CI CARIBA.

TRATAMIENTOS	kg de S/ha	PROMEDIOS
T1	0	14,24 d
T2	30	15,23 bc
T3	60	16,01 a
T4	90	15,31 b
T5	120	14,57 d

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencia significativa al 5%.

ANEXO 8. ANALISIS DE VARIANZA PARA NUMERO DE FRUTOS POR TRATAMIENTO, PARA CADA UNA DE LAS FUENTES Y SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS, EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (Carica papaya L.) var sunrise, EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBIA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT.5	FT.1
BLOQUES	2	6.524,57				
F2 FUENTES	2	136.182,17	68.091,08	31,13**	6,94	18
ERROR A	4	8.749,03	2.187,25			
P.GRANDES	8	151.455,77				
F2 TRATAM.	4	44.425,91	11.106,47	12,37**	2,27	4,22
F1xF2	8	29.076,49	3.634,56	4,04*	2,36	3,36
ERROR B	24	0,6945	0,0289			
TOTAL	44	8,8555				
C.V.	20,43					

**Altamente significativo

* Significativo

ANEXO D. PROMEDIOS DE NUMERO DE FRUTOS POR TRATAMIENTO PARA CADA UNA DE LAS FUENTES EN LA DE AZUFRE EN LA FERTILIZACION EDAFICA EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (Carica papaya L.) var sun-rise EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBA.

FUENTES	PROMEDIOS
F1	211,33 a
F2	151,66 b
F3	76,86 c

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencia significativa al 5%.

ANEXO P. PROMEDIOS DE NUMERO DE FRUTOS POR TRATAMIENTO PARA CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EN LA FUENTE YESO, EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (Carica papaya L.) var sun-rise EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBA.

TRATAMIENTOS	kg de S/ha	PROMEDIOS
T1	0	78 e
T2	30	154 abc
T3	60	184 ab
T4	90	148 abcd
T5	120	191 a

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencia significativa al 5%.

ANEXO Q. ANALISIS DE VARIANZA PARA ALTURA DEL PRIMER FRUTO, PARA CADA UNA DE LAS FUENTES Y SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS, EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (Carica papaya L.) var sun-rise, EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBIA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT.5	FT.1
BLOQUES	2	97,5815				
F2 FUENTES	2	649,1662	324,5831	2,0819	6,94	18
ERROR A	4	623,6050	155,9012			
F.GRANDES	8	1.370,3527				
F2 TRATAM.	4	135,3140	33,8285	0,6912	2,27	4,22
F1xF2	8	583,802	72,9752	1,4911	2,36	3,36
ERROR B	24	1.174,5617	48,94			
TOTAL	44	3.264,0304				
C.V.		6.793				



ANEXO R. ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS ANALISIS FOLIARES PARA CADA UNA DE LAS FUENTES Y SUS RESPECTIVOS TRATAMIENTOS, EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (Carica papaya L.) var sun-rise, EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBIA.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	F.C.	FT.5	FT.1
BLOQUES	2	4.998,93				
F2 FUENTES	2	2'260.947,6	1'130.473,8	39,945**	6,94	18
ERROR A	4	113.200,67	28.300,167			
P.GRANDES	8	2'379.147,2				
F2 TRATAM.	4	2'371.451,2	598.862,8	10,891**	2,27	4,22
F1xF2	8	3'189.622,4	398.702,8	7,324	2,36	3,36
ERROR B	24	1'306.390,4	54.432,93			
TOTAL	44	9'246.611,2				
C.V.		9.393				

** Altamente significativo

* Significativo

ANEXO S. PROMEDIOS DEL ANALISIS FOLIAR (ppm), PARA CADA UNA DE LAS FUENTES EN LA DE AZUFRE EN LA FERTILIZACION EDAFICA EN EL CULTIVO DE LA PAPAYA (Carica papaya L.) var sun-rise EN ENSAYO REALIZADO EN EL CI CARIBA.

FUENTES	PROMEDIOS
F1	2.533 b
F2	2.730,4 a
F3	2.188 c

Valores con una letra en común no son diferentes estadísticamente; en caso contrario presentan diferencia significativa al 5%.